

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Statistické metody jako nástroj snižování neshodné
výroby ve slévárně

Statistic Methods as Instrument for Shrinkage of Different
Production in Foundry

Student:

Bc. Jiří Binder

Vedoucí diplomové práce:

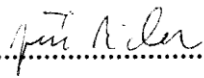
Ing. Šárka Tichá, Ph.D.

Ostrava 2011

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě20.5.2011.....

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 20.5.2011

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Jiří Binder

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Svat. Čecha 1074, Bohumín, 735 81

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Binder, J. *Statistické metody jako nástroj snižování neshodné výroby ve slévárně*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2011, 64 s. Vedoucí práce: Tichá, Š.

Diplomová práce se zabývá snížením neshodné výroby ve slévárně. V úvodu práce seznamuje čtenáře se základy managementu kvality a se základními nástroji pro řízení kvality. V dalším postupu analyzuje ve slévárně čtyři výrobní úseky z pohledu celkového podílu na neshodnou výrobu. V úseku s největšími problémy dále analyzuje příčiny vzniku jednotlivých vad, navrhuje opatření pro jejich snížení a nechybí zde ani pohled s odstupem času, jaké měly návrhy úspěšnost či neúspěšnost. V závěru se práce zaměřuje na faktory, které mají stálý vliv na vznik neshodných výrobků.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

Binder, J. *Statistic Methods as Instrument for Shrinkage of Different Production in Foundry*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2011, 64 p. Thesis head: Tichá, Š.

Master thesis deals with the reduction of non-conforming production in foundry. The introduction introduces the basics of quality management and the basic tools for quality control. In another procedure analyzes in the foundry four manufacturing sectors in terms of overall share of non-conforming production. In the section with the biggest problems continues to analyze the causes of defects, proposes measures to reduce them and there are no view with hindsight, what proposals should be the success or failure. In conclusion the master work focuses on the factors that have permanent effects on the emergence of non-conforming products.

Obsah

	strana
Seznam použitých značek a symbolů	7
0 Úvod	8
1 Princip politiky kvality v ŽDB GROUP a.s.	10
1.1 Organizační struktura společnosti	10
1.2 Presentace závodu VIADRUS	10
1.3 Výrobní program závodu VIADRUS	11
2 Management řízení kvality	13
2.1 Certifikace ČSN EN ISO 9001:2008	13
2.2 Certifikace ČSN EN ISO 14001:2004	14
2.3 Kvalita – důvody	16
2.4 Kvalita – podpora	17
2.5 Sedm nástrojů řízení kvality	18
2.5.1 Formulář pro sběr dat	18
2.5.2 Histogram	19
2.5.3 Vývojový diagram	19
2.5.4 Diagram příčin a následku	19
2.5.5 Paretův diagram	20
2.5.6 Bodový diagram	20
2.5.7 Regulační diagram	20
2.6 Neshody	21
2.7 Řízení neshod – základní pojmy	21
3 Rozbor vnitřní neshodné výroby za rok 2009	23
3.1 Meziroční srovnání	25
3.1.1 Poměrové ukazatele	27
3.1.2 Paretova analýza nákladů	29
3.2 Presentace výrobního úseku Slévárny radiátorů	30
4 Rozbor vnitřní neshodné výroby za rok 2010	32
4.1 Rozbor pomocí Histogramu	32
4.2 Vymezení cílů diplomové práce	33
4.3 Řešení ke snížení neshodné výroby	34
4.3.1 Článek kotlový G 27 P	35

4.3.2	Článek kotlový G 27 S	41
4.3.3	Víko příkládacích dvířek U 26	44
4.3.4	King 4 přední díl 4,5 kW	50
4.3.5	Článek radiátorový kalor 500/220	51
4.3.6	Článek kotlový G 34 P. H.J.	52
4.3.7	Článek kotlový G 34 L. H.J.	53
5	Celkové zhodnocení a vlivy způsobující vznik vad	55
5.1	Vliv konkurenceschopnosti	55
5.2	Vliv lidského faktoru	56
5.3	Shrnutí navržených opatření	59
6	Závěr	61
7	Seznam použité literatury	63
8	Seznam příloh	64

Seznam použitých značek a symbolů

ČV	čistá výroba	[%]
I_{N09}	index plánovaných a skutečných nákladů	[%]
I_{NA}	index nákladů výrobního úseku A	[%]
I_{NB}	index nákladů výrobního úseku B	[%]
I_{NC}	index nákladů výrobního úseku C	[%]
I_{ND}	index nákladů výrobního úseku D	[%]
I_{ONV}	index změn objemu vnitřní neshodné výroby	[%]
I_V	index změn výkonů	[%]
N_{NVP}	plánovaný objem nákladů na vnitřní neshodnou výrobu	[Kč]
N_{NVS}	skutečný objem nákladů na vnitřní neshodnou výrobu	[Kč]
NPJ	národní politika kvality	
NV	neshodná výroba	
O_{NV9}	celkový objem vnitřní neshodné výroby v období r.2009	[kg]
O_{NV8}	celkový objem vnitřní neshodné výroby v období r.2008	[kg]
OŘK	oddělení řízení kvality	
THN	technicko hospodářské normy	
V_9	celkový objem výkonů v období r.2009	[kg]
V_8	celkový objem výkonů v období r.2008	[kg]
VNV	vnitřní neshodná výroba	[%]

0 Úvod

V současné době jsou kladeny stále vyšší nároky na kvalitu výrobků. Prvořadým zájmem každé organizace je v rámci konkurenčního boje uspokojovat potřeby zákazníka, snižovat náklady na výrobu, zvyšovat produktivitu a především zvyšovat kvalitu svých produktů a služeb a tím kvalitu zlepšovat. Současné období lze tedy nazvat obdobím kvality. Zvyšování kvality technologických procesů je jednou z významných podmínek ekonomické efektivity výrobních podniků. [1]

Zájem o kvalitu narůstá po celém světě a zákazníci se stávají stále náročnějšími. Vzrůstající počet oborů si uvědomuje, že investování do kvality je jednou z nejvýnosnějších investic, kterou je možno provést. Řada firem utratí 20-30 % svého obratu na výrobu neshod a jejich nápravu, opravu defektů, ekologickou likvidaci nevyhovujících produktů, řešení vnitřních konfliktů a vyřizování stížností. Špatná kvalita poškozuje pověst celé společnosti. Investice do kvality přinášejí méně defektů, lepší výrobky, úsporu nákladů, zvýšení výnosů, nižší fluktuaci zaměstnanců, nižší absenci, spokojené zákazníky a lepší pověst. [2]

Kvalita výrobku je určena kvalitativními a kvantitativními znaky, tj. rozměrovou, tvarovou přesností výrobku, strukturou povrchu, materiálem, vlastnostmi, způsobem zpracování a dalšími parametry, při kterých je výrobek způsobilý zajistit funkci, pro kterou byl zhotoven. Výrobní společnosti vynakládají v současnosti značné úsilí, aby se výrobek v požadované kvalitě vyrobil napoprvé. To zajistí vhodný systém řízení kvality. Očekávaným výsledkem je zvýšení produktivity a snížení nákladů na výrobu.

Moje diplomová práce se zabývá použitím statistických metod jako nástroje pro snížení neshodné výroby ve slévárně. Pomocí tohoto nástroje dokážeme nahlédnout do výrobního procesu firmy z pohledu četnosti neshodné výroby a to ve všech výrobních úsecích. Umožní nám také odhalit jednotlivé vady, které mají přímý vliv na vysoké procento neshodné výroby a najít opatření k zabránění vzniku vad a tím snížit neshodnou výrobu ve slévárně.

Celá práce byla realizována ve společnosti ŽDB GROUP a.s., konkrétně v závodě VIADRUS, kde v současné době pracuji jako přední dělník linek WG. Vedení závodu mi dovolilo zpracovat statistická data získaná OŘK ke zmapování nežádoucího výskytu neshodných výrobků a pomocí statistických metod dojít k požadovanému zlepšení.

Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je zmapovat výrobní proces v závodě VIADRUS prostřednictvím analýzy vnitřní neshodné výroby a jejich nákladů a využít statistické metody na jejich snížení. K tomuto účelu jsem využil data získaná OŘK.

Pro dosažení cíle této diplomové práce bylo nutno provést:

- analýzu stávajícího stavu výrobních úseků z pohledu podílu na neshodné výrobě
- s využitím statistických metod nalézt úsek, který nejvíce ovlivňuje velikost vnitřní neshodné výroby v produkci
- analýzu problematického úseku z hlediska četnosti výskytu jednotlivých vad na vyráběných sortimentech
- návrh nápravných opatření k eliminaci nebo ke snížení neshodné výroby
- ověření návrhu včetně vyhodnocení
- zamýšlení nad faktory, které přímo ovlivňují neshodnou výrobu

1 Princip politiky kvality v ŽDB GROUP a.s.

V ŽDB GROUP a.s. je vytvořen a udržován systém managementu kvality, jenž splňuje požadavky normy ČSN EN ISO 9001:2008 a je základním předpokladem dosahování spokojenosti zákazníků s výrobky a dodávkami v ŽDB GROUP a.s. [3]

Tento princip je rovněž zachycen v Politice kvality ŽDB GROUP a.s., která mimo něj obsahuje i závazky vedení ŽDB GROUP a.s. k jejímu plnění a obsahuje očekávané aktivity zaměstnanců k naplňování přijaté politiky kvality.

Systém managementu kvality je certifikován nezávislou a mezinárodně uznávanou společností TÜV CERT (Německo) a prověřován zkušebním místem TÜV NORD (Německo).

Závod VIADRUS má certifikovaný systém managementu kvality integrovaný se systémem environmentálního managementu. Platnosti certifikátu je udržována v aktuální podobě a to na základě prováděných prodlužovacích (recertifikačních) a kontrolních auditů dle plánu dosažených úspěšných výsledků.

1.1 Organizační struktura společnosti

Společnost je rozdělena na sedm výrobních závodů, kterými jsou VIADRUS, Válcovna, ocelárna a recyklace, Kovové tkaniny Kamenná, Drátovna, Lanárna, Ocelové kordy, Pérovna a Průvlakárna, a obslužný závod – Služby. [3]

Závody zabezpečují technické, ekonomické, výrobní a obchodní funkce nutné k vlastnímu fungování a výkonu činností v rozsahu předmětu podnikání a svěřených kompetencí. Správní útvary se zabývají strategickým řízením, řízením kvality, správou finančních zdrojů, vedením účetnictví, informačními technologiemi, poskytují právní služby a zabezpečují personální záležitosti.

Schéma organizační struktury společnosti ŽDB GROUP a.s. uvádím v příloze č.1.

1.2 Prezentace závodu VIADRUS

Závod VIADRUS je součástí akciové společnosti ŽDB GROUP a.s., jejíž tradice topenářské výroby sahá do roku 1888, kdy se v Bohumíně začaly poprvé v tehdejší Rakousko-Uhersku odlévat litinové radiátory. [3]

Závod VIADRUS je předním českým výrobcem topenářské techniky a odlitků. Používaný materiál je zárukou vysoké účinnosti, spolehlivosti a životnosti kotlů i radiátorů

VIADRUS. Ve výrobním programu jsou litinové radiátory s klasickým i originálním designem, teplovodní kotle na plynná, tekutá i tuhá paliva (včetně dřeva a dřevěných pelet) a teplovzdušná lokální krbová topidla. Dále vyrábí OEM litinové kotlové články a kotlová tělesa i další topenářské i netopenářské zakázkové odlitky z šedé litiny. OEM kotlové články a tělesa dodávají s úspěchem na tuzemské i zahraniční trhy.

V roce 2001 byly významně modernizovány výrobní úseky přípravy formovací směsi, výroby forem a čistírny odlitků. Byla instalována špičková formovací linka německo-japonské firmy HWS SINTO. Výsledkem je výrazné zvýšení produktivity práce, kvality výroby a schopnost převzetí technicky náročných zakázek na odlitky. Tato ucelená modernizace procesu výroby středních a velkých odlitků navazuje na již dříve realizovanou investici do výroby -kotlových jader metodou COLD-BOX.

1.3 Výrobní program závodu VIADRUS

V současném výrobním programu jsou litinové radiátory v klasickém designu, v provedení s čelní panelovou plochou i originální typy, teplovodní litinové kotle ve výkonovém rozsahu do 750 kW na plynná (zemní plyn, propan, bioplyn), tekutá (TOEL) i tuhá paliva (koks, černé i hnědé uhlí, dřevo, pelety), nástěnné kotle, kondenzační kotle, litinové krbové vložky, kachlová kamna s litinovým topeništěm a ohříváče vody. Další výrobkovou skupinu tvoří litinové OEM kotlové články vlastní i zakázkové konstrukce, kotlová tělesa z nich sestavená a další komerční odlitky ze šedé litiny kvality EN-GJL-150 a EN-GJL-200.

Litinové článkové kotle na pevná paliva jsou nosným prodejním sortimentem závodu VIADRUS, který má zejména v prodeji kotlů s ručním přikládáním dominantní postavení v Evropě. Řadíme k nim kotle s ručním přikládáním pro spalování pevných paliv ve výkonovém rozsahu do 74 kW, automatické kotle na pevná paliva a biomasu s automatickým podáváním paliva a regulovaným řízením spalování s výkonem do 48 kW a kombinované kotle na pevná paliva s možností spalování pevných paliv a biomasy v ručním nebo automatickém režimu s výkonem do 24 kW.

Litinové článkové plynové a olejové kotle zahrnují stacionární plynové kotle s atmosférickým hořákem ve výkonovém rozsahu 8 - 250 kW, stacionární plynové kondenzační kotle od 16 do 49 kW, kotle pro spalování zemního plynu a LTO s tlakovým hořákem ve výkonovém rozsahu 25 - 750 kW a ohříváče teplé užitkové vody tvořící příslušenství ke stacionárním kondenzačním a atmosférickým kotlům.

Radiátory obsahují litinové radiátorové články pro teplovodní a parní ústřední vytápění typů KALOR, KALOR 3 a TERMO s progresivní konstrukcí, tenkou stěnou a malým obsahem vody, dekorativní litinová otopná tělesa typu BOHEMIA určená pro rekonstrukci historických objektů a reprezentačních místností a radiátory typu STYL s progresivním designem do moderně řešených interiérů.

Topenářské odlitky tvoří kotlové články a kotlová tělesa vlastní konstrukce, kotlové články a krbové odlitky podle dokumentace zákazníků a litinové výměníky plynových lokálních topidel. Cílovými zákazníky jsou u odlitků obchodníci s odlitky a koneční uživatelé odlitků (výrobci strojů a zařízení), u kotlových a krbových dílů jsou cílovými zákazníky převážně topenářské firmy, které nemají vlastní slévárnu.

Ocelové odlitky a odlitky z neželezných kovů představují odlitky z uhlíkových a nízkolegovaných ocelí, speciální otěruvzdorné odlitky z vysoce legovaných ocelí a litin, speciální žáruvzdorné odlitky z vysoce legovaných ocelí a litin a odlitky z neželezných kovů (hlavně na bázi mědi). Cílovými zákazníky jsou hutní strojírenské podniky, které používají tyto odlitky pro údržbu vlastních zařízení jako náhradní díly, případně pro výrobu nových strojů a zařízení.

2 Management řízení kvality

V ŽDB GROUP a.s. je vytvořen a udržován systém managementu kvality, jenž splňuje požadavky normy ČSN EN ISO 9001:2008 a je základním předpokladem dosahování spokojenosti zákazníků s výrobky a dodávkami v ŽDB GROUP a.s.

Ověření fungování vybudovaného systému řízení (neboli zkráceně Certifikace) znamená, že nezávislý orgán, v tomto případě jedna z certifikačních společností, kterých je na českém trhu asi 60, ověří, že vybudovaný systém odpovídá normě, na základě které byl vybudován. Toto ověření probíhá formou auditu. Vybraná certifikační společnost vystaví po úspěšném skončení auditu příslušný certifikát. Tento certifikát je platný po dobu 3 let a musí být v pravidelných intervalech obnovován.

Závod VIADRUS má od roku 1993 certifikovaný systém managementu kvality dle ČSN EN ISO 9001:2008. V roce 1997 získal jako sedmá slévárna na světě a první topenářská slévárna certifikaci systému environmentálního managementu dle ČSN EN ISO 14001:2004. Oba systémy jsou každoročně auditovány oprávněnou společností TÜV NORD CERT (Německo).

2.1 *Certifikace ČSN EN ISO 9001:2008*

Certifikace dle ČSN EN ISO 9001:2008 je zaměřená na management kvality a je aplikovatelná v jakékoliv organizaci ve všech oblastech výroby nebo služeb. Představuje dnes celosvětově uznávaný standard, jehož zavedení je východiskem pro aplikaci dalších požadavků na systém řízení společnosti. Po certifikačním auditu je vydán samostatný certifikát potvrzující shodu se všemi požadavky normy. [4]

A) Název normy

ČSN EN ISO 9001:2008 Systémy managementu kvality - Požadavky [5]

B) Charakteristika normy

Norma řeší systém managementu kvality procesním přístupem. Uplatnění tohoto přístupu je základní nutností u všech organizací, které mají systém zaveden a následně certifikován. Mezi základní požadavky patří i neustálé zlepšování a spokojenost zákazníka. Pomůže organizaci identifikovat a uspořádat všechny činnosti v organizaci, stanovit jasné pravomoci a odpovědnosti za řízení těchto činností a k přispívá k celkovému zprůhlednění fungování organizace.

C) Komu je norma určena

Norma je určena všem typům organizací jakéhokoliv velikosti či zaměření. Je také dostatečně přizpůsobena k aplikaci ve všech sférách podnikání. Může se jednat například o výrobní, obchodní, servisní, poradenskou společnost, ale i o instituce veřejné správy, zdravotnická zařízení, vzdělávací instituce a mnoho dalších. Systém managementu kvality je velmi vhodným nástrojem pro všechny organizace, které chtějí zlepšit fungování procesů, zprůhlednit činnosti a nastavit jasná pravidla.

D) Přínosy zavedeného systému

- Celkové posílení stávajícího systému managementu organizace.
- Zvýšení konkurenceschopnosti.
- Plnění požadavků zákazníků a zvyšování jejich spokojenosti.
- Zvýšení hodnoty organizace.
- Zlepšení image organizace.
- Snížení organizačních nákladů.
- Lepší úspěšnost ve výběrových řízeních.
- Zvýšení exportních možností.
- Efektivnější alokace zdrojů.
- Aplikace principu neustálého zlepšování.
- Podstatné snížení reklamací a nákladů plynoucích ze zjištěných neshod.
- Zvýšená ochrana dat a informací.
- Lepší interní komunikace.
- Zvýšení spokojenosti zaměstnanců.

2.2 Certifikace ČSN EN ISO 14001:2004

Identifikace environmentálních aspektů, činností, které mají dopad na životní prostředí, jejich řízení, monitorování a neustálé zlepšování, jsou požadavky mezinárodní normy ČSN EN ISO 14001:2004, která je zaměřena na management životního prostředí a je určena pro aplikaci v řízení jakékoliv organizace. Norma je součástí procesně orientovaných mezinárodních norem a je kompatibilní s normou ČSN EN ISO 9001:2008.

Certifikace probíhá ve dvou fázích. V 1. fázi je posouzena dokumentace a připravenost organizace k certifikaci, ve 2. fázi je ověřeno plnění všech požadavků v praxi. Po ukončení certifikačního auditu je vydán samostatný certifikát potvrzující shodu se všemi požadavky normy. [4]

A) Název normy

ČSN EN ISO 14001:2004 Systémy environmentálního managementu – Požadavky s návodem na použití [5]

B) Charakteristika normy

Základním záměrem normy je podpora ochrany životního prostředí a prevence znečišťování. Norma nestanovuje žádné absolutní požadavky na environmentální chování organizace, klade však důraz na dodržování legislativních požadavků týkajících se jednotlivých složek životního prostředí (voda, vzduch, půda, odpady, atd.). Základem je identifikace všech možných aspektů, které mají vliv na životní prostředí. Organizace sama si pak může určit, čím nejvíce životní prostředí zatěžuje a hledat vhodné metody k postupnému snižování dopadů do životního prostředí.

C) Komu je norma určena

Systém environmentálního managementu dle požadavků normy je určen všem organizacím bez ohledu na obor činnosti nebo velikost, které chtějí aktivně zlepšovat svůj přístup k ochraně životního prostředí a vyhnout se až milionovým pokutám od České inspekce životního prostředí za nedodržování požadavků legislativy.

D) Přínosy zavedeného systému

Ekologicky orientované řízení nemusí znamenat ekonomické zatížení firmy, zavádění EMS zpočátku vyvolává náklady, ale ve střednědobém horizontu by měl užitek z EMS převyšovat výdaje na zavedení, udržování a zlepšování systému. Mezi hlavní přínosy fungujícího EMS, které firma pocítí, patří: [5]

- Dodržování legislativních požadavků v oblasti životního prostředí a tím i snížení rizika případné pokuty.
- Celkové posílení stávajícího systému managementu organizace.
- Hospodárnějším využíváním surovin, energií, dalších zdrojů.
- Snížení rizika environmentálních nehod a havarijních stavů, za než podnik nese odpovědnost.
- Zvýšení podnikatelské důvěryhodnosti pro partnery, investory, peněžní ústavy, pojišťovny, veřejnou správu i širokou veřejnost.
- Snazší získání povolení a licencí.
- Získání konkurenční výhody.
- Zavedení pořádku (zejména v provozu, v dokumentaci, v organizační struktuře a v environmentálních odpovědnostech).

2.3 *Kvalita – důvody*

K zájmu o kvalitu vlastních výrobků či služeb vede organizaci celá řada důvodů. Pokud by docházelo k opomíjení těchto důvodů ze strany podniků a tudíž k nedosta-
tečnému zájmu o kvalitu, postupem času by mohlo dojít k ohrožení konkurenceschopnosti
těchto firem.

Mezi hlavní důvody patří:

- **Konkurence** – Za konkurenční výhodu se již dávno nepovažuje pouze cena výrobku nebo služby. Její významnou součástí se stala i kvalita produkce, která spolu s faktorem času tvoří další dva atributy konkurenceschopnosti. Z toho vyplývá, že se organizace nemohou zaměřovat pouze na jeden z těchto faktorů. Ale mají se snažit o ideální naplnění všech. Globalizační tendence navíc konkurenci a s ní spojené příležitosti i ohrožení posouvají na mezinárodní úroveň. Co se týče státní a veřejné správy a také neziskového sektoru, konkurenční tlaky zde nejsou tak silné, a proto je i péče o kvalitu menší než v podnikatelském sektoru.
- **Složitější výrobky a služby** – Technický pokrok s sebou přináší také větší nároky spotřebitelů co se týče technické úrovně výrobků a služeb. Mnohem častější je také spolupráce několika firem při výrobě jednoho výrobku, dodávky jednotlivých dílů a komponentů. Na úseku kvality to znamená zabezpečit nejen výrobní proces ve vlastním podniku, ale i mnoho externích vlivů, ať už kvalitu vstupů nebo dodavatelských subjektů.
- **Informovanost zákazníků** – Lepší přístup k informacím, větší nabídka ze strany konkurujících si firem, možnost provést srovnání a vybrat si – toto jsou aspekty, které činí ze zákazníků subjekty posuzující nejen kvalitu produkce obecně, ale také úroveň souvisejících služeb, ať už se jedná o samotný prodej či následnou montáž a servis.
- **Potenciální zdravotní závadnost a nebezpečnost, sankce** – Mezi základní požadavky na výrobce a distributory bezesporu patří zajistit bezpečnost a zdravotní nezávadnost produkce a eliminovat možná rizika pro spotřebitele. Tato oblast tedy také úzce souvisí s kvalitou a jejím zabezpečováním. Riziko možných sankcí, které mohou mít podobu zákazu výroby nebo nemalé finanční částky, tedy ještě zdůrazňuje nutnost zabývat se kvalitou.
- **Hospodárnost** – Náklady a ztráty spojené s nekvalitní produkcí mohou pro podnik představovat značné položky často trvalého charakteru.

2.4 Kvalita – podpora

Česká republika patří mezi země, ve kterých probíhají nejrůznější aktivity zaměřené na podporu kvality. V legislativní oblasti to byly kroky vedoucí k přijímání zákonů odpovídajících legislativě EU. Mezi další významné počiny v této oblasti patří **Národní politika kvality – NPJ**, která zahrnuje nejrůznější programy a projekty uskutečňující se za účasti státních orgánů.

Mezi tyto aktivity patří:

- Program Česká kvalita.
- Program Národní ceny ČR za kvalitu.
- Projekty podpory kvality.
- Národní informační středisko pro podporu kvality.

Program Česká kvalita je program podpory prodeje kvalitních výrobků a poskytování kvalitních služeb. Základním principem je skutečnost, že neexistuje jediná podporovaná značka kvality, ale že je vytvořen program, který umožňuje, aby se na trhu objevilo libovolné množství značek kvality různých cechů, společenstev, sdružení, apod., avšak značek, které splňují, kromě jiného, jednu zásadní podmínku – že základní kvalitativní ukazatele ověřuje třetí, nezávislá strana. Dalším z důležitých společností pravidel všech značek, přijatých do Programu Česká kvalita, je rovněž ověřená způsobilost výrobce/ poskytovatele služby k dlouhodobému dodržování stability procesů a tím i kvality jeho produktů.

Program Národní ceny ČR za kvalitu je založen na důsledném a objektivním ověřování efektivnosti a kvality všech činností organizace a na jejich hodnocení, zejména z pohledu uspokojování požadavků zákazníka a dosažení ekonomické úspěšnosti. Model Národní ceny ČR za kvalitu je v souladu s modelem Evropské ceny za kvalitu (model úspěšnosti – EFQM Excellence Model). Program Národní cena ČR za kvalitu organizuje Sdružení pro Cenu ČR za kvalitu. Od roku 2006 se Národní cena ČR za kvalitu vyhláší jak pro podnikatelský, tak i pro veřejný sektor. [6]

Projekty podpory kvality jsou vyhlášovány formou veřejných zakázek a týkají se oblasti vzdělávání, pořádání odborných akcí, seminářů a ostatních aktivit v oblasti kvality v různých sférách života společnosti v ČR. V rámci jednotlivých resortů zastoupených v Radě ČR pro kvalitu jsou řešeny resortní projekty podpory kvality. Ty jsou navrhovány, koordinovány a financovány vždy v rámci daného resortu. [7]

2.5 Sedm nástrojů řízení kvality

Sedm nástrojů řízení kvality (Seven QC Tools) tvoří spolu se sedmi nástroji managementu jednoduché a všeobecné techniky a metodické postupy, které jsou úspěšně využívány při shromažďování, uspořádání a následné analýze informací pro hledání cest k dalším zlepšením. Tato druhá, i když historicky starší skupina sedmi nástrojů, se osvědčila v praxi japonských firem zejména v každodenních provozních činnostech. Byla představena průkopníkem japonského managementu kvality K. Ishikawou. [7]

Nástroje jsou pro každého snadno pochopitelné. K tomu přispívá i jejich grafická podoba. Pomáhají určit, v jakém stavu je sledovaný problém, protože umožňují uspořádat zajištěné informace ve vzájemných souvislostech, pomáhají odhalit priority, které by měly být řešeny, pomáhají nalézt příčiny sledovaného problému, naznačují i možnosti řešení.

Tabulka 2.1 – Přehled sedmi nástrojů řízení kvality

Nástroj	Aplikace
Formulář pro sběr dat	Shromažďuje údaje o dané situaci, utřídí je a zpřehledňuje.
Histogram	Zpřístupňuje a zprůhledňuje ve formě sloupkového diagramu nepřehledné záznamy rozsáhlých číselných údajů o jednom jevu, který vykazuje variabilitu, a zobrazuje momentální stav.
Vývojový diagram	Pomáhá rozumět tomu, jak proces probíhá (nebo by měl probíhat) tím, že jej člení do jednotlivých kroků.
Diagram příčin – následek	Zobrazuje a utřídí v souvislostech všechny možné příčiny a subpříčiny, které ovlivňují daný následek.
Paretův diagram	Zobrazuje podíl každé položky na celkovém účinku, a tím naznačuje priority při řešení.
Bodový diagram	Znázorňuje a potvrzuje/nepotvrzuje závislost mezi dvěma souvisejícími soubory dat.
Regulační diagram	Zobrazuje vývoj sledované veličiny v čase, a tím poskytuje informace o stabilitě či nestabilitě procesů.

2.5.1 Formulář pro sběr dat

Formuláře pro sběr dat slouží k systematickému zachycování údajů, faktů či záznamů o sledované situaci. Utřídí a zpřehlední je, znázorňují vztahy mezi nimi a zároveň vytvářejí základní bázi informací pro rozhodování a použití dalších nástrojů a metod analýzy a zlepšování v systémech integrovaného managementu. V podnikové praxi se s nimi setkáváme všude. Mají nejrozličnější podobu a zachycují externí i interní informace.

K tomu, aby formuláře soustředily užitečné informace, musí být jejich konstrukce podřízena určitým zásadám. Není možno pro jejich konstrukci vytvořit standardní formát. Každý formulář je sestavován vždy ke konkrétnímu účelu a je žádoucí, aby poskytoval vhodné informace. Ne všechna data obsahují žádoucí informace – pouhý sběr dat nám tyto informace nemusí zajistit. Problém při sestavení formulářů tedy netkví v tom, jak sbírat data, nýbrž jak dospět k užitečným informacím.

2.5.2 Histogram

Histogram je grafická metoda popisující rozdělení naměřených hodnot – souboru sledované veličiny. Hodnoty jsou seskupeny do sloupců – intervalů. Histogram je sloupcový diagram a jednotlivý sloupec reprezentuje třídu. Výška sloupce je dána četností výskytu hodnot ve třídě. Pro vytvoření histogramu pro zmíněný účel se má použít alespoň 100 údajů, menší výběry jsou spíše pilotáží než reprezentativním zástupcem základního souboru.

2.5.3 Vývojový diagram

Vývojový (postupový) diagram pomáhá porozumět průběhu procesu tím, že jej člení do sledu jednotlivých dílčích aktivit – kroků a okamžiků rozhodování. Je univerzálním nástrojem umožňujícím pochopení vnitřních souvislostí jakéhokoliv procesu. Zvláště vhodný je pak pro složité a nepřehledné procesy. Pro zobrazení se používá dohodnutá symbolika, která usnadňuje orientaci. Využití vývojového diagramu není omezeno pouze na analýzu či popis již realizovaných procesů, podstatnou roli sehrává při návrhu a vývoji nových procesů. V těchto případech umožní nalézt optimální sled jednotlivých kroků.

2.5.4 Diagram příčin a následků

Diagramy příčiny – následek, též podle autora Ishikawův diagram či podle svého tvaru diagram „rybí kostry“, slouží pro zobrazení souvislosti mezi daným účinkem – následkem a jeho všemi možnými příčinami. Pomáhá tak určit podstatu zkoumaného problému, vytváří podklad pro analýzu souvislostí příčina – následek i podklad pro následné určení důležitosti příčin i úvahy o jejich odstranitelnosti.

Vyskytuje-li se nějaký problém, je nutno hledat a odstranit jeho příčinu. Ta obvykle nebývá jediná a navíc jsou jednotlivé příčiny vzájemně propojené a různě strukturované. Diagram příčin a následku pomáhá vytvořit celkový pohled na všechny vlivy. Přímou neříká, jak problém řešit, ale pomáhá při vedení diskuse o jeho hlavních příčinách i

subpříčinách, při hledání souvislostí a následně i možnostech řešení. Diagram poskytuje celistvý pohled na zkoumanou realitu. Reálné i potenciální příčiny a subpříčiny zobrazuje ve vzájemných souvislostech a je účinným pomocníkem pro následné hledání vhodných řešení.

2.5.5 Paretův diagram

V roce 1895 publikoval významný italský ekonom Vilfredo Pareto práci o vztahu jednotlivých faktorů k celkovému účinku a mimo jiné prokázal, že nepatrná část obyvatel má významný podíl na celkovém majetku. Dnes je tento princip znám jako tzv. Paretův zákon či princip 80/20. Jeho obsah je zřejmý: pouze malé množství položek, nejvýše 20%, často zapříčiní většinu následků – až 80%.

V roce 1905 tyto vztahy znázornil americký statistik M.O. Lorenzo křivkou, již se dnes říká Lorenzova křivka. V managementu kvality se začal tento nástroj prosazovat po roce 1970 díky J.M. Juranovi, který využil těchto poznatků k vytvoření tzv. Paretova diagramu. Zastával názor, že 80-95% problémů v oblasti řízení kvality je způsobeno pouze 20-5% příčin.

2.5.6 Bodový diagram

Bodový, někdy také korelační diagram slouží k orientačnímu zjišťování existence, případných druhů a těsnosti závislostí mezi dvěma proměnnými soubory dat. Účelem je zkoumat, co se stane s jednou proměnnou, dojde-li ke změně druhé.

Soustředí se dvojice údajů ze dvou pravděpodobně vzájemně souvisejících souborů – doporučuje se cca 30 dvojic. Tyto dvojice se formou shluku obou hodnot jako bod postupně uvedou do klasické souřadnicové soustavy diagramu XY. Bodový diagram – uspořádání bodů po ploše pak blíže specifikuje formu závislosti.

2.5.7 Regulační diagramy

Regulační diagramy jsou základním grafickým nástrojem pro oddělení variability (proměnlivosti) procesu vyvolané vymezitelnými vlivy od variability vyvolané náhodnými rozptylovými příčinami. Slouží ke stálému grafickému zaznamenání dat z procesu v časovém sledu a zaznamenání klíčových ukazatelů kvality tak, aby na jejich základě bylo možno daný proces regulovat.

2.6 *Neshody*

Jednou ze základních úloh dobře fungujících systémů kvality, environmentu i bezpečnosti práce, je zajištění shody s požadavky ať legislativy, zákazníků, vlastních provozních specifikací, atd. Jakékoliv neplnění požadavků je označováno jako neshoda a tento stav by měl být mementem pro řídicí pracovníky a výzvou k reakci – k realizaci nápravy a přijetí opatření k nápravě nebo i preventivních opatření. Cílem je vytvořit takový stav, kdy je minimalizován výskyt neshod a pokud možno se předchází jejich vzniku. [7]

Neshody jsou totiž viditelným rysem nedostatečně fungujícího systému, a to jak v oblasti kvality, např. vadné dodávky zákazníkům, tak v oblasti environmentu (ekologické nehody či havárie), stejně jako v oblasti bezpečnosti práce (pracovní úrazy). Neshody ovšem mají i své ekonomické důsledky, jejich úplný projev je často velmi drahý – řešení reklamací zákazníků, či dokonce jejich ztráta, likvidace ekologických nehod, nebo pracovních úrazů. Výhodnější je reagovat na první symptomy neshod a předcházet jejich vzniku, než následně odstraňovat jejich důsledky. [7]

2.7 *Řízení neshod – základní pojmy*

- **Neshoda** – odchylka od specifikovaného požadavku (např. od technických specifikací). [7]
- **Vada** – neshoda, kdy výrobek není plně schopen plnit funkci, pro kterou je určen.
- **Neshodný výrobek** – materiál, polotovár, díl, montážní sestava, hotový výrobek, které neodpovídají specifikaci. To v sobě zahrnuje i variantu, že je nelze použít k původnímu účelu (nejsou plně schopny plnit funkci, pro kterou jsou určeny).
- **Vlastní neshodný výrobek** – vzniká uvnitř vlastního podniku ve výrobě nebo v podvýrobních etapách.
- **Cizí neshodný výrobek** – příčiny vzniku jsou mimo vlastní podnik (u dodavatele, během přepravy od dodavatele), může být odhalen až v průběhu použití ve výrobním procesu.
- **Použitelný neshodný výrobek** – neshodný výrobek, který lze uvolnit do výrobního procesu a expedici po odstranění neshod opravou nebo po dohodě s odběratelem o povolení výjimky nebo jej lze použít k jinému účelu (použití k jinému účelu znamená např. použít při výrobě jiných výrobků, prodat jinému odběrateli se slevou ke zcela jinému použití, při kterém nebudou na překážku neshody na výrobku).

- **Nepoužitelný neshodný výrobek** – neshodný výrobek, který nelze použít k původnímu ani žádnému jinému účelu a lze jej vypořádat pouze fyzickou likvidací.
- **Přepřacování** – činnost vedoucí k odstranění neshody na neshodném výrobku tak, aby splnil specifické požadavky, tj. aby zcela odpovídal původním požadavkům (např. je vyvrtán otvor, který je menší než dovoluje toleranční pole, opakované vrtání může vést k odstranění neshody a dodržení tolerancí).
- **Oprava** – činnost vedoucí k odstranění neshod na neshodném výrobku tak, že bude schopen plnit funkci, pro kterou byl původně určen, i když nemusí být shodný s původně specifikovanými požadavky.
- **Výjimka** – písemné zmocnění od zákazníka k použití nebo expedici výrobku, který není shodný se specifikovanými požadavky. Zákazník se tak zavazuje převzít na základě udělené výjimky výrobky po opravě nebo bez opravy. V případě převzetí bez opravy jde o zmocnění ke změně specifikací. [2]

3 Rozbor vnitřní neshodné výroby za rok 2009

V podniku se vnitřní neshodná výroba sleduje v rozdělení na jednotlivé výrobní úseky. Pro účely této práce používám označení úsek A, úsek B, úsek C a úsek D a uvádím stručný orientační přehled jejich výrobního zaměření.

Úsek A se zabývá výrobou radiátorových článků, článků pro malé plynové kotle, středních článků pro malé kotle na tuhá paliva, a to na dvou formovacích linkách. Produkuje se zde také část zakázkové výroby.

Úsek B je zaměřen na výrobu kotlových článků pro velké kotle, ale také rohových článků pro malé kotle na tuhá paliva. Za účelem lepšího využití formovacího rámu se zde objevuje i výroba armatur.

Úsek C se zabývá výrobou ruční i strojní, jeho produkce zahrnuje jak prototypy, tak armaturové odlitky. Opět se zde z části vyskytuje také zakázková výroba.

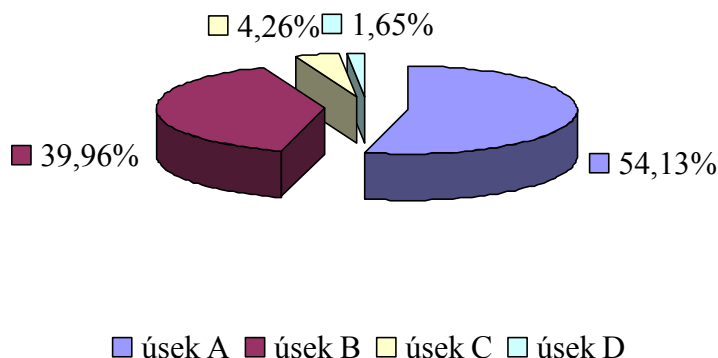
Úsek D je orientován převážně na výrobu zakázkových odlitků. Mezi jeho produkcí nalezneme například protlačovací trny, vpustky či žáruvzdornou litinu.

Samozřejmě je sledována hrubá výroba, ze které se následně odvozuje čistá výroba (ČV) a to odečtením neshodné výroby (NV) od výroby hrubé. Zaměříme-li se na vnitřní neshodnou výrobu z hlediska jejího vyjádření v kilogramech, podíl jednotlivých výrobních úseků ukazuje tabulka 3.1.

Tabulka 3.1 – Vnitřní neshodná výroba za rok 2009

Úsek	Podíl na celkové NV [%]	Podíl na celkové ČV [%]	NV [%]
A	54,13	55,87	9,43
B	39,96	37,03	10,50
C	4,26	3,29	12,57
D	1,65	3,81	4,22
Celkem	100,00	100,00	9,73

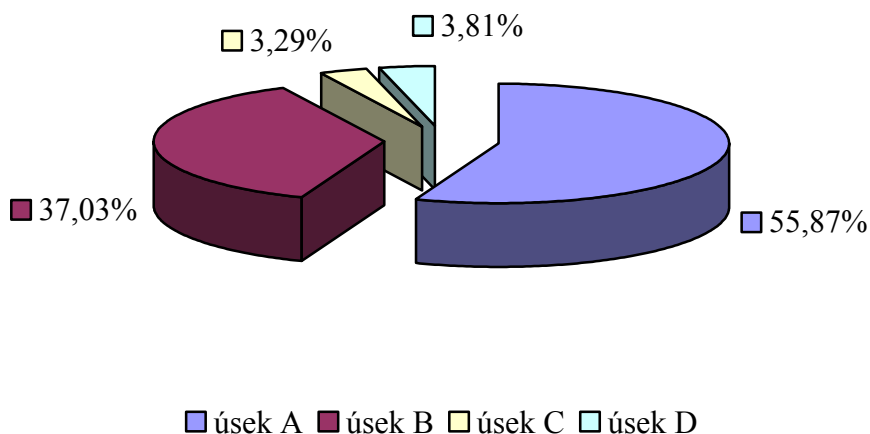
Jelikož respektuji přání závodu nezveřejňovat konkrétní hodnoty jednotlivých veličin, uvádím v tabulkách a grafech pouze procentní vyjádření. První část tabulky, tzn. objem vnitřní neshodné výroby v procentech kilogramů, je znázorněn na obrázku 3.1.



Obrázek 3.1 – Vnitřní neshodná výroba za rok 2009

Z grafického vyjádření je zřejmé, že největší procentní podíl na celkovém objemu vnitřní neshodné výroby připadá na úsek A (54,13 %). O téměř třetinu menší podíl byl zaznamenán na úseku B (39,96 %) a zanedbatelná procenta také na úseku C (4,26 %) a úseku D (1,65 %).

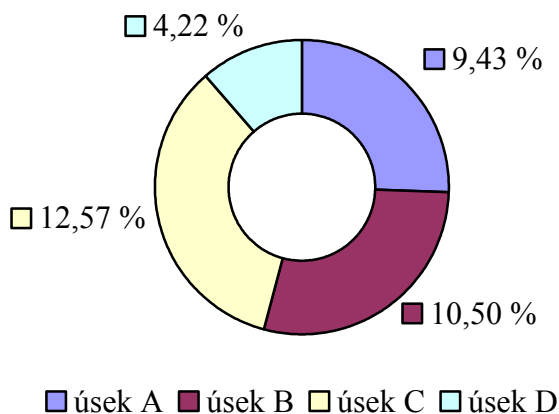
Dalším aspektem zahrnutým v tabulce 3.1 je čistá výroba. Pro lepší vizuální zobrazení zde uvádím obrázek 3.2. Opět můžeme vidět procentní podíly na kilogramech, tentokrát čisté výroby, se zachováním stejné struktury rozdělení.



Obrázek 3.2 – Čistá výroba za rok 2009

Hodnoty podílu neshodné výroby zobrazené na obrázku 3.1 jsou velmi podobné hodnotám podílu čisté výroby na obrázku 3.2. Na úsek A připadá 55,87 % podílu čisté výroby a úseku B něco málo přes 37 %. Úsek C a úsek D se na produkci čisté výroby podílí přibližně stejnou měrou (3,29 % a 3,81 %).

Jako důležitým aspektem obou rozborů nesmí chybět grafické zobrazení vzájemného poměru mezi nimi (mezi NV a ČV), jelikož osamocené porovnání jednotlivých výrobních podílů považuji za jednostranné hledisko. Jejich vzájemný poměr jsme si mohli prohlédnout již v tabulce 3.1 a pro lepší vizualizaci ji také uvádím na obrázku 3.3.



Obrázek 3.3 – Poměr mezi neshodnou a čistou výrobou za rok 2009

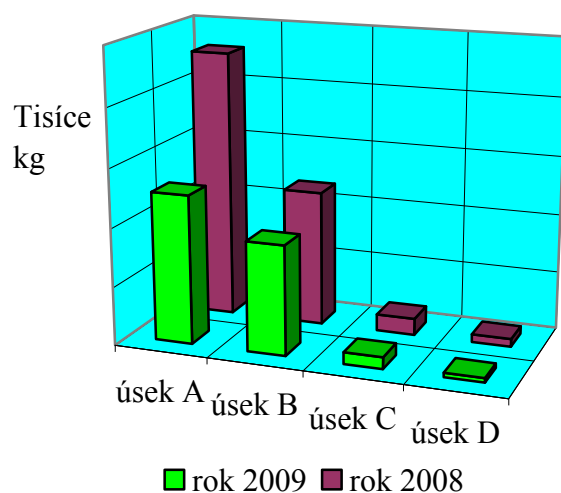
Předešlé grafické zobrazení obázků 3.1 a 3.2 nám ukázalo, že úsek A má největší podíl na neshodné i čisté výrobě. Zato obrázek 3.3 nám ukazuje, že v zájemném poměru mezi NV a ČV nedopadl s 9,43 % tak zle. Nejhorší podíl vykazuje úsek C, zato úsek D má poměr výrazně nižší, a to více než polovinu.

3.1 Meziroční srovnání

Při meziročním srovnání let 2008 a 2009, které je zachyceno v tabulce 3.2, můžeme vidět, že u všech úseků došlo k poklesům kilogramů neshodné výroby a to v několika desítkách procent. Při pohledu na obrázek 3.4 je tento rozdíl více patrný. Při tomto vyjádření bylo rovněž respektováno přání závodu nezveřejňovat konkrétní údaje, proto osa Z neobsahuje přesné číselné hodnoty a je pouze vyjádřena v tisících kilogramů.

Tabulka 3.2 – Změna objemu neshodné výroby v kg

Úsek	Změna oproti roku 2008 [%]	Nárůst/pokles kg [%]
A	55,41	- 44,59
B	81,10	- 18,90
C	69,99	- 30,01
D	58,01	- 41,99

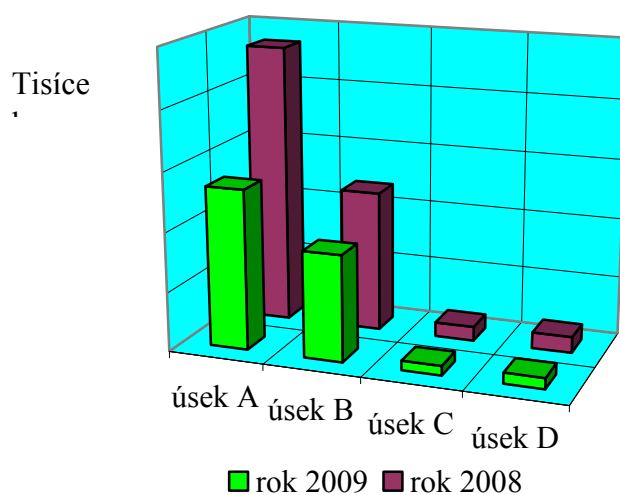


Obrázek 3.4 – Srovnání neshodné výroby v kg mezi léty 2008 a 2009

Porovnání let 2008 a 2009 jsem rovněž provedl z hlediska objemu čisté výroby – viz tabulka 3.3 a obrázek 3.5. Z výsledku vidíme, že na všech výrobních úsecích došlo k výraznému poklesu objemu a to je velice pozitivní jev.

Tabulka 3.3 – Změna objemu čisté výroby v kg

Úsek	Změna oproti roku 2008 [%]	Nárůst/pokles kg [%]
A	57,28	- 42,72
B	75,45	- 24,55
C	66,25	- 33,75
D	68,75	- 31,25



Obrázek 3.5 – Srovnání čisté výroby v kg mezi léty 2008 a 2009

3.1.1 Poměrové ukazatele

V této části analýzy se budu věnovat vyčíslení poměrových ukazatelů, které pomohou určit meziroční změny (r. 2008 a r. 2009) objemu výkonů a neshodné výroby, tentokrát ovšem v celkovém vyjádření za všechny výrobní úseky. Zaměřím se také na srovnání těchto let z hlediska nákladů na neshodnou výrobu a porovnáám rovněž náklady plánované a skutečné. Tito ukazatelé pomohou identifikovat případné nárůsty/poklesy sledovaných jevů. [8]

Index změn objemu vnitřní neshodné výroby

$$I_{ONV} = \frac{O_{NV9}}{O_{NV8}}, \quad (6.1)$$

kde O_{NV9} - celkový objem vnitřní neshodné výroby v období r.2009 [kg],

O_{NV8} - celkový objem vnitřní neshodné výroby v období r.2008 [kg] (období r.2008 bezprostředně předchází stejné dlouhému období r.2009).

$I_{ONV} = ,64 \Rightarrow$ Tento ukazatel pojednává o změně celkového objemu vnitřní neshodné výroby za určité období. Meziroční pokles celkového objemu vnitřní neshodné výroby, tj. za všechny 4 úseky, byl 36 % oproti roku 2008.

Index změn výkonů

$$I_V = \frac{V_9}{V_8}, \quad (6.2)$$

kde V_9 - celkový objem výkonů v období r.2009 [kg],

V_8 - celkový objem výkonů v období r.2008 [kg] (období r.2008 bezprostředně předchází stejné dlouhému období r.2009). Objemem výkonů se v tomto případě rozumí objem čisté výroby.

$I_{ONV} = ,63 \Rightarrow$ Tento ukazatel vyjadřuje meziroční změny celkových výkonů podniku. Při meziročním srovnání celkového objemu čisté výroby (také v souladu za 4 výrobní úseky) je vidět 37 % pokles oproti roku 2008. Lze vypořadovat, že objem neshodné výroby se celkově vyvíjel přibližně stejně jako objem výroby čisté, takže v souhrnu nedošlo k tak výrazným výkyvům, jako jsme mohli vidět v dřívější analýze jednotlivých úseků.

Doposud jsem se ve své analýze zaměřoval pouze na objem neshodné výroby vyjádřený v kilogramech. Na závodě VIADRUS jsou náklady na vnitřní neshodnou výrobu sledovány v českých korunách (Kč) a v rozdělení na náklady plánované a skutečné. Proto bude následující rozbor věnován těmto finančním aspektům.

Index plánovaných a skutečných nákladů

$$I_{N09} = \frac{N_{NVS}}{N_{NVP}},$$

3.3

kde N_{NVS} - skutečný objem nákladů na vnitřní neshodnou výrobu v r.2009 [Kč],

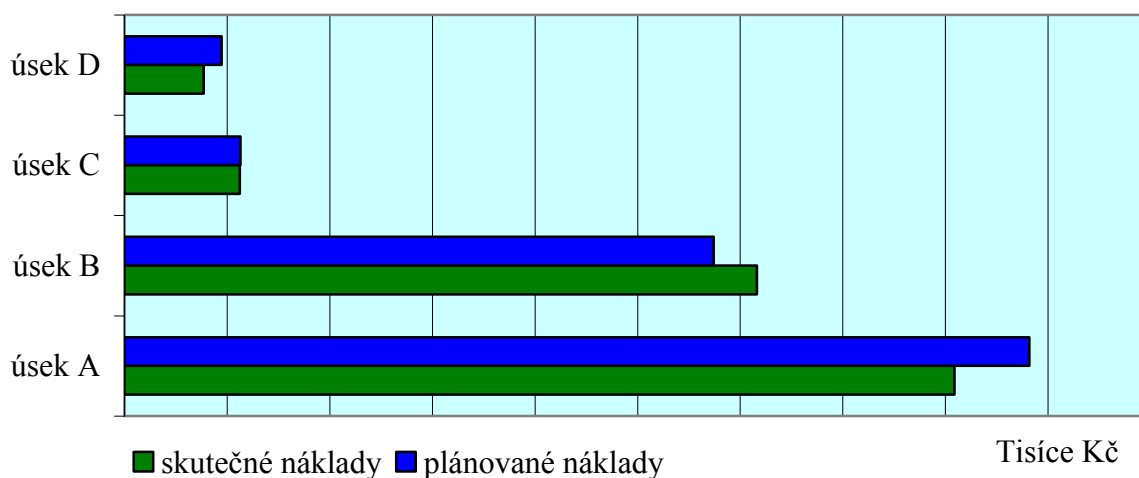
N_{NVP} - plánovaný objem nákladů na vnitřní neshodnou výrobu v r.2009 [Kč].

$I_{N09} = ,97 \Rightarrow$ Pokles celkových skutečných nákladů byl oproti plánu 3 %.

Stejným vzorcem výpočtu změny na jednotlivých úsecích výroby a výsledky zaznamenám do tabulky 3.4. a obrázku 3.6.

Tabulka 3.4 – Index plánovaných a skutečných nákladů jednotlivých úseků

Výrobní úsek	Index nákladů	Interpretace
A	$I_{NA} = ,91$	Pokles oproti plánu o 9 %
B	$I_{NB} = ,07$	Nárůst oproti plánu o 7 %
C	$I_{NC} = ,99$	Pokles oproti plánu o 1 %
D	$I_{ND} = ,81$	Pokles oproti plánu o 19 %



Obrázek 3.6 – Plánované a skutečné náklady v Kč

Z tohoto úhlu pohledu se úsek A zdaleka nejeví jako nejvíce problémový. Naopak, na úseku A a C je patrný nejmenší odklon od plánovaných nákladů. Úsek označený D je tradičně nejméně krizovým místem, přičemž největší odchylku od plánu tentokrát zaznamenal úsek B.

3.1.2 Paretova analýza nákladů

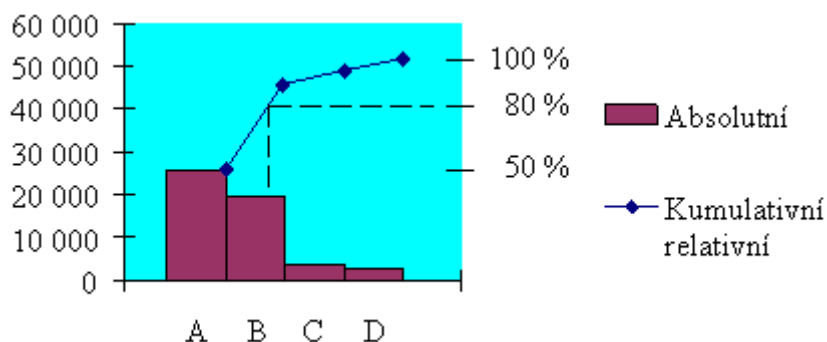
Poslední pomůckou pro konečné určení místa (úseku), na kterého je třeba se zaměřit, bude Paretova analýza nákladů na vnitřní neshodnou výrobu, přestože předchozí rozbor již naznačil, na které místo by měla směřovat snaha o největší zlepšení. Budu zde analyzovat náklady skutečné (tedy bez ohledu na jejich původně plánovanou výši), a to v hodnotách roku 2009. [9]

Paretova analýza nákladů spočívá ze dvou částí. První část se věnuje vyjádřením prostých absolutních nákladů podle hodnot od nejvyšší po nejmenší (v zájmu požadovaného zachování anonymity těchto údajů jsem za pomoci koeficientu tyto náklady přepočítal a tyto výsledky uvedl do tabulky 3.5. Druhá část této analýzy je zaměřena na vyjádření relativního podílu jednotlivých nákladů a postupném nasčítání těchto hodnot – tzv. kumulativní relativní náklady.

Tabulka 3.5 – Paretova analýza nákladů na vnitřní neshodnou výrobu

Úsek	Absolutní náklady [Kč]	Kumulativní absolutní náklady [Kč]	Relativní náklady [%]	Kumulativní relativní náklady [%]
A	25 884 726,-	25 884 726,-	50,08	50,08
B	19 719 633,-	45 604 359,-	38,16	88,24
C	3 601 049,-	49 205 408,-	6,97	95,21
D	2 476 412,-	51 681 820,-	4,79	100,00
Celkem	51 681 820,-		100,00	

Kumulativní relativní náklady jsou pak vyjádřeny jako bod nad každou položkou nákladů a jsou spojeny křivkou (tzv. Lorenzova křivka) – viz obrázek 3.7.



Obrázek 3.7 – Paretova analýza a Lorenzova křivka

Obrázek 3.7 jasně ukazuje, že dle Paretova principu 80/20 by bylo dobré zaměřit se na úsek A a úsek B, které největší měrou ovlivňují celkovou neshodnou výrobu v závodě VIADRUS.

Všechny výsledné analýzy nám potvrdily, že nejlepších výsledků dosahoval úsek D a to ve všech hodnocených hlediscích. Úsek A se ukázal být problémový z několika hodnocených pohledů, přičemž za nejdůležitější považujeme hodnocení z hlediska dosažených nákladů, což potvrdila právě Paretova analýza.

3.2 *Prezentace výrobního úseku Slévárny radiátorů*

Odlitky se vyrábí na dvou automatických formovacích linkách Wülfel-Graue pracujících na principu lisování vyššími měrnými tlaky 8-12 MPa. Linky jsou určeny pro sériovou výrobu odlitků, které mohou být umístěny do formovacího rámu velikosti 1350 x 780 x 120 / 120 mm. Maximální výkon linek je 180 ks kompletních forem za hodinu.

Výroba odlitků na linkách WG probíhá postupně v těchto operacích:

1) Výroba spodních poloforem

2) Zakládání jader a podpěrek

- Pracovníci zakládání jader odebírají jádra z přepravek, které jsou vysokozdvížnými vozíky přistavovány k tomuto pracovišti. Před založením jader pracovníci kontrolují kvalitu jader, provádí potřebné úpravy. Vadná jádra není možno zakládat. Před vložením jádra do spodní poloviny formy vizuálně kontrolují pracovníci uložení spodních podpěrek a kvalitu formy. V případě zjištění nedostatků informují operátora linky, který provede opatření.

3) Výroba horních poloforem

4) Odlévání forem

- Odlévání forem se provádí licími pánvemi s obsahem kovu 250 kg a elektricky ovládaným zdvihem a naklápěním. Po naplnění odlévací pánve tekutým kovem předepsané kvality zakryje odlévač pánve víkem a přetransportuje pánve na licí pole, kde tekutý kov vlije do vtokové jamky formovacího rámu. V případě, že nemůže být provedeno vyprázdnění odlévací pánve do 6 minut od jejího naplnění, musí odlévač vylít tekutý kov do určených odlévacích lastů, příp. do vyhřáté bubnové pánve, kterou po domluvě s tavičem pomocí jeřábku vylije zpět do Fometu (předpeci).

5) Navěšování odlitků na podvěsný dopravník

- Navěšování odlitků na podvěsný dopravník se děje po vytlučení forem a vynesení odlitků po deskovém dopravníku. Pracovníci oddělují vtokové soustavy od syrových odlitků a zavěšují je na podvěsný dopravník. Vtokové soustavy se odebírají do přepravovaných beden, které se vozí zpět na rampu přípravný tekutého kovu. Dále pracovníci provádějí vizuální kontrolu syrových odlitků a odlitky se zjevnými vadami se odkládají do k tomu účelu připravených košů.

6) Čistírenská úprava odlitků

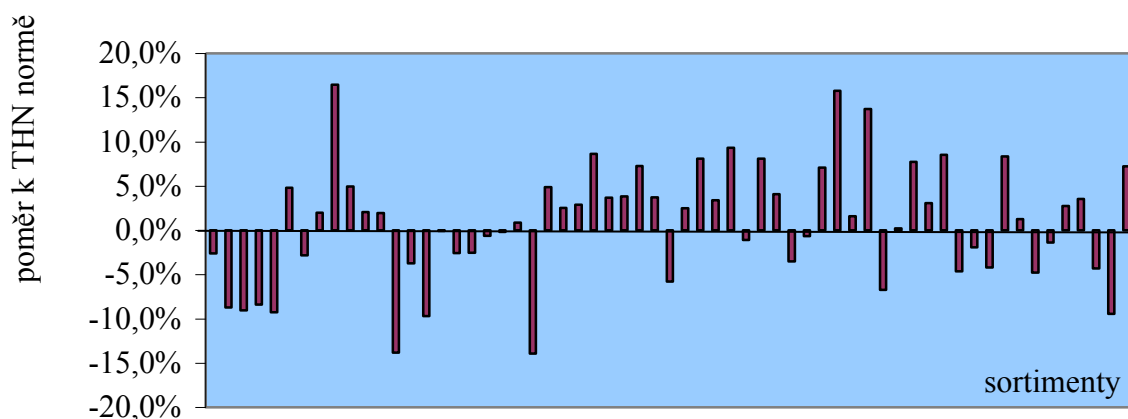
- Čistírenská úprava odlitků předává odlitky k dalšímu zpracování, resp. expedici. Sestává ze čtyř operací:
 - a) *Výklep jader* – Probíhá ve vyklepávacích jader, kterými prochází odlitky zavěšené na speciálních závěsech na podvěsném řetězovém dopravníku.
 - b) *Tryskání odlitků* – Provádí se ve tryskacích komorách TZPR, které používají tryskací médium ve formě ocelových kuliček o zrnitosti 1,8-2,2 mm.
 - c) *Apretáž* - Provádí na odlitcích zavěšených na podvěsném dopravníku sekáčem a kladívkem. Pracovníci dle potřeby vyklepávají z odlitků zbytky jádrového písku a tryskacího média, kontrolují jejich kvalitu, požadovaný tvar a rozměr. Odlitky neshodné se ukládají do určených košů, které jsou soustředěny na určeném místě. *Radiátorové články* se brousí v dělicí rovině na průběžných bruskách BSR a poté se ukládají do přepravních palet. *Kotlové články* se brousí ruční úhlovou bruskou v dělicí rovině v místě zaústění vtokových zářezů u horního náboje a poté se ukládají na přepravní palety pomocí zdvihacího zařízení s elektrickým pohonem a speciálních kleští.

4 Rozbor vnitřní neshodné výroby za rok 2010

V předešlé kapitole jsme pomocí několika rozborů odhalily úsek, který měl v roce 2009 největší podíl na neshodné výrobě v závodě VIADRUS. Tato kapitola se bude zabývat detailnější analýzou neshodné výroby v tomto úseku a to z pohledu vyráběných odlitků – jaký odlitek má jaký podíl na celkové neshodné výrobě. Součástí kapitoly bude analýza vad na odlitcích, návrhy na eliminaci nebo alespoň na minimalizování vzniklých vad a nebude zde chybět ani pohled s odstupem času, jaké měly návrhy úspěšnost či neúspěšnost.

4.1 Rozbor pomocí histogramu

Vzhledem k tomu, že respektuji přání závodu nezveřejňovat konkrétní hodnoty a získaná data pro konstrukci histogramu, uvádím na obrázku 4.1 pouze výsledný stav rozboru poměru vnitřní neshodné výroby k plánované celoroční THN normě, v procentech. Rozbor provádím pro první kvartál roku 2010 (leden, únor a březen) z toho důvodu, protože pokud se budeme chtít zaměřit na minimalizování vnitřní neshodné výroby, je třeba zkoumat větší časové intervaly, než je standardní jeden měsíc.



Obrázek 4.1 - Rozbor poměru VNV na THN normy
pro první kvartál roku 2010

Na obrázku vidíme sloupce kladných a místy také záporných hodnot. Každý sloupec představuje samostatný typ vyráběného odlitku. Vzhledem k velikému množství vyráběných sortimentů, uvádím na obrázku pouze sloupečky bez názvů sortimentů. Kladné hodnoty znamenají kladný podíl na vnitřní neshodné výrobě a záporné hodnoty záporný podíl – hodnoty z tohoto podílu jsou nežádoucí a je snahou technologů a celého provozu jej vymazat, nebo přinejmenším zminimalizovat. Tento úkol je prakticky také mým předmětem diplomové práce.

Odlitky ze záporných hodnot jsem sepsal do tabulky 4.1 a zároveň je seřadil podle největšího nežádoucího poměru. Pro doplnění informací uvádím v příloze č.2 tabulku 4.2, ve které je kompletní přehled výrobního sortimentu s kladným i záporným podílem na vnitřní neshodné výrobě. Pro informaci jsem také uvedl sortimenty, které se v prvním kvartálu nevyráběly.

Tabulka 4.1 – Přehled výrobního sortimentu s nežádoucím poměrem k THN normě pro první kvartál roku 2010

Číslo odlitku	Název odlitku	Poměr k THN [%]
1	CLANEK RAD. KALOR 500/220	-13,9
2	CLANEK ONIX - POKLUPEK PLNY	-13,8
3	CLANEK ONIX BEZ DRAZKY	-9,7
4	VIKO PRIKL. DVIREK U26	-9,4
5	CLANEK KOTLOVY G34 P. H.J.	-9,3
6	CLANEK KOTLOVY G27 S.	-9,1
7	CLANEK KOTLOVY G27 P.	-8,7
8	CLANEK KOTLOVY G34 L. H.J.	-8,4
9	KING 4 - PREDNI DIL 4,5 KW	-6,7
10	DESKA POPEL. DVIREK U22 OCHR.ETIKS	-5,8
11	VIKO POPEL. DVIREK U22 ETIKS	-4,8
12	RAM POPEL. DVIREK EMKA	-4,6
13	VIKO PRIKL. DVIREK U22	-4,3
14	ROST SAMOTNY SKLOPNY EMKA	-4,2
15	CLANEK ONIX - POKLUPEK PRAZDNY	-3,7
16	DVIRKA ATM 21E	-3,5
17	CLANEK KOTLOVY G27 L	-2,6
18	CLANEK RAD. KALOR 3 350/160	-2,6
19	CLANEK RAD. KALOR 3 500/070	-2,5
20	RAM PRIKL. DVIREK EMKA	-1,9
21	VIKO POPEL. DVIREK U22	-1,4
22	DESKA ZAVESNA U26	-1,1
23	DVIRKA TOPENISTOVA U22	-0,7
24	CLANEK RAD. KALOR 500/070	-0,6
25	CLANEK RAD. KALOR 500/110	-0,2
26	CLANEK ONIX S DRAZKOU	-0,1

4.2 Vymezení cílů diplomové práce

Předmětem mé diplomové práce je statistickými metodami snížit neshodnou výrobu na Slévárně radiátorů. Zvolenou metodou pomocí Histogramu jsem zjistil, že se na Slévárně radiátorů vyskytuje pro první kvartál roku 2010 celkem 26 odlitků (viz tabulka 4.1), jejichž podíl na vnitřní neshodné výrobě je v záporných hodnotách – jinak řečeno – počet neshodné výroby z celkově vyrobených kusů daného odlitku převyšuje THN normu neshodné výroby, která je na Slévárně radiátorů zavedena.

Vzhledem k velkému počtu nežádoucích odlitků jsem se s technologi Slévárny radiátorů dohodl na úpravě a vymezení cílů této práce. Nebudu se zde zabývat analýzou příčin vzniku neshodných výrobků všech odlitků, ale vymezíme si jen ty nejdůležitější. Předem jsme jednohlasně zamítly analyzovat v této práci vady na obou člancích Onix. Jedná se o zakázkovou výrobu, která se do výrobního procesu zadává jednou, někdy dvakrát do roka a i když vykazuje takovýto velký podíl na neshodné výrobě, budeme se v této práci věnovat důležitějším sortimentům.

S technologi Slévárny radiátorů jsem se také dohodl, že se vzhledem k limitujícímu obsahu diplomové práce budu zabývat pouze odlitky, jejichž nežádoucí poměr k THN normě je vyšší než 6 % (kromě článků Onix, o kterých jsem se zmiňoval výše).

4.3 Řešení ke snížení neshodné výroby

V této kapitole se budu detailněji zabývat sedmi odlitky, které nevyhovují THN normě na Slévárně radiátorů. Kapitulu 4.3 si rozdělím do třech základních bodů – analýzy příčin vzniku vad, návrhy na opatření proti jejich vzniku a s jakým výsledkem se dané opatření osvědčily.

Dovolil bych si na tomto místě podotknout, že vady nebudu popisovat obsáhlým způsobem jako jsou popsány v knižní literatuře, ale budu povětšinou vycházet ze svých osobních praktických zkušenostech. Do literatury si dovolím jen místy nakouknout kvůli přesnějším definicím a názvoslovím – viz literatura [10].

Pojmenování následujících vad vychází z tzv. slévárenského třídíku vad, podle kterého jsou v závodě VIADRUS vady definovány.

Obecná analýza vzniku odlitku:

Při odlití tekutého kovu do formovacího rámu přes vtokovou jamku, vtokovou soustavu a pomocných zářezů, dojde k naplnění formovacího rámu a obalení jádra kovem. Během tuhnutí kovu se jádro rozpadá a tím nechá vzniknout dutině v odlitku. Aby byl proces úspěšný a bezzávadový, musí se v jeden časový okamžik splnit hned několik podmínek:

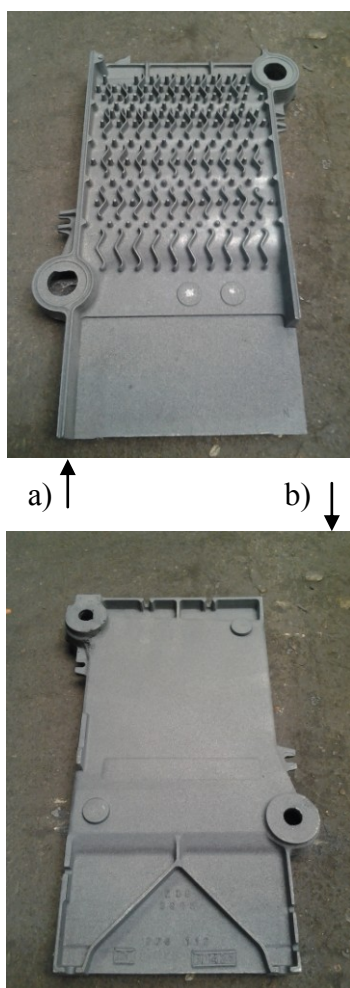
- Formovací směs by měla mít dostatečnou kvalitu (obsah bentonitu, zrnitost, pevnost, vlhkost – ta by neměla být příliš velká, protože se zvyšující se vlhkostí roste neprodyšnost formy a tím dochází k nadměrnému vývinu plynů),
- Jádra by neměla mít viditelné vady (díry či mechanicky ubité) a být vlhké (protože

vlhká jádra taktéž pomáhají k nadměrnému vývinu plynů)

- Vtoková soustava a pomocné zářezy by měly být navrženy tím způsobem, aby cestující tekutý kov agresivním způsobem „nenarážel“ do stěn ve formovacím rámu, aby „nepoddoloval“ formovací směs, zkrátka mělo by být zaručeno plynulé obtékání kovu ve formovacím rámu.
- Chemické složení tekutého kovu, jeho teplota a fyzikální vlastnosti kovu

4.3.1 Článek kotlový G 27 P

Vzhled odlitku článku kotlového G 27 P je zobrazen na obrázku 4.2. Tabulka 4.3 zahrnuje všechny vady s podílem na neshodné výrobě tohoto odlitku.



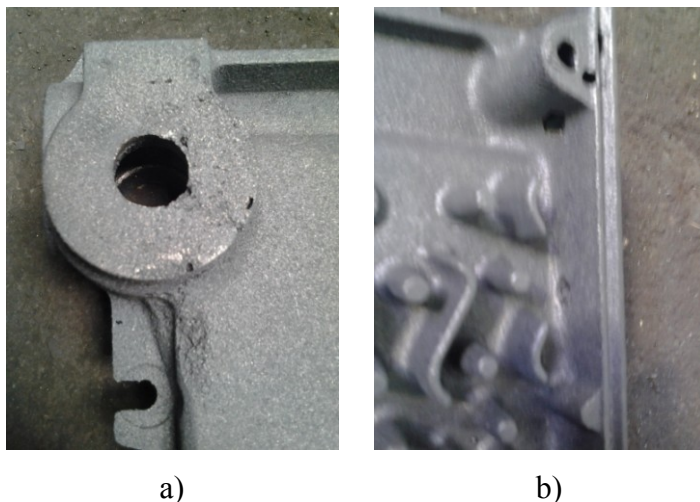
Tabulka 4.3 – Slévárenské vady s procentuálním podílem na neshodné výrobě pro první kvartál roku 2010

Druh vady v odlitku	Podíl na neshodné výrobě
Zadrogenina	7,6 %
Bublina od jádra	4,2 %
Nezaběhlý	2,1 %
Mechanicky poškozen	1,6 %
Odpadnutá forma	0,7 %
Nedolítý	0,3 %
Vadné jádro	0,1 %
Přesazený	0,1 %

Obrázek 4.2 – Odlitek -
článek kotlový G 27 P
a) pohled ze předu,
b) pohled ze zadu

1. Analýzy

Dle tabulky 4.3 jsou nejdominantnějšími vadami **zadrogenina** (7,6 %) a **bublina od jádra** (4,2 %). Obě vady detailněji zobrazuje obrázek 4.3. Příčina vzniku zadrogenin je v nedostatečné vlhkosti formovací směsi, kdežto bublina od jádra vzniká především nadměrnou vlhkostí forem či samotných jader.



Obrázek 4.3 – Detailní pohled na vady
a) zadrogenina
b) bublina od jádra

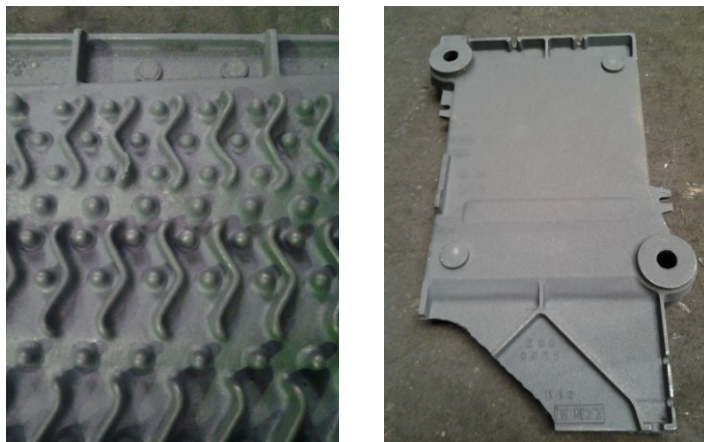
Nevhodná formovací směs zvyšuje neprodyšnost formy a tím dochází k nadměrnému vývinu plynů. Přidá-li se k tomu nevhodně provedený průchodový systém jader (z nedostatečné kvality jádrové směsi), může během odlití tekutého kovu dojít k výbuchu uvnitř formovacích rámců, jejímž výsledkem je vzniklá bublina či zcela vystřelený odlitek.

Zadrogenina nevzniká jen kvůli nízké vlhkosti formovací směsi, ale také například kvůli otřepům jader v dělicí rovině, poškozeným zářezům na modelu nebo nedostatečným vyfoukáním spodních poloform před založením jader.

Další vady objevující se u tohoto typu kotlového článku sice nehrají v celkové neshodné výrobě velkou roli jako vady předešlé, jsou ale také přesto důležité.

Vada **nezaběhlý** – viz obrázek 4.4a je vada, která se vyznačuje nedokonalým vytvořením tvaru odlitku, zpravidla v jeho tenké nebo horní části, protože předčasně ztuhlo čelo proudu kovu ve vodorovném nebo svislém směru. Odlitek tak nesplňuje jedny z hlavních požadavků – tvar, rozměry a přesnost podle výkresu. Příčinou vzniku je nevyhovující zabíhavost kovu a nejčastěji se nezaběhlost stává kvůli nízké teplotě tekutého kovu (delší časové prodlevy mezi nabráním tekutého kovu do licí pánve a samotného odlití kovu do forem, či prostoje mechanicko-elektrického rázu licích pánví nebo výrobní linky).

Vada **mechanicky poškozen** – viz obrázek 4.4b souvisí s porušením tvaru nebo rozměrů odlitku při mechanických operacích, např. při vytloukání odlitku z formy.



a)

b)

Obrázek 4.4: Detailní pohled na vady

a) nezaběhlý

b) mechanicky poškozen

Posledními existujícími vadami u tohoto typu kotlových článků jsou vady: **odpadnutá forma**, **nedolitý**, **vadné jádro** a **přesazený**. Jejich vliv na celkovou neshodnou výrobu je sice zanedbatelný, přesto však existují a proto si je také můžeme analyzovat:

- **Odpadnutá forma** – příčinou vzniku je nekvalitně připravená formovací směs. Během odlisování modelu formovací směsí dojde k odpadnutí zaformované formy – čili obtisk modelu do formy odpadne a to buď ihned, nebo po krátkém čase. Příčinou je malá vlhkost a pevnost formovací směsi a také silné vibrace, které doprovázejí lisovací stroj. Pokud nedojde k opadnutí formy a forma se odlíje, bude odlitek na 100% vyroben s vadou zadrobení.
- **Nedolitý** – jednoznačný vliv na této vadě mají odlévači, čili lidský faktor. Nabráním tekutého kovu do licí pánve je odlévač schopen odlít až 6 rámu kotlového článku (čili 12 odlitků – v jednom rámu jsou 2 odlitky). Nekvalitním nabráním kovu pod maximum licí pánve nebo během přepravy z předpecí k formovacímu rámu může dojít k vyšplouchnutí kovu z pánve na zem a tím se sníží objem nabraného kovu v licí pánvi. Při odlití poslední vtokové jamky nemá odlévač dostatečné množství kovu a tím odlíje jen část z celkového objemu kotlového článku a ten je pak nedolitý.
- **Vadné jádro** – opět hraje vliv lidský faktor. Zakládají se viditelně vadná jádra s neupravenými hrany či otřepy v dělicí rovině. Vada také vznikne tím, že

zakládáné jádro obsahuje na jeho ploše nánosy jádrové směsi.

- **Přesazený** – vada vzniká bezprostředně během odlisování formy. Během odlisování není modelová deska rovnoběžná s formovacím rámem a dojde k vychýlení z osy (v řádech mikrometrů). Důvodem je špatná geometrie lisu (pravidelné kontroly a opravy zařizují zámečníci) nebo vykřivený čep lisovacího zařízení. Vada jde opticky vidět teprve po vytlučení odlitku, kdy jedna polovina odlitku je v dělicí rovině vychýlená od poloviny druhé.

2. Návrhy

Aby nedocházelo k paradoxním jevům, které jsem popsal výše – formovací směs má malou vlhkost a zakládáné jádra mají vlhkost větší – bylo by lepší jádra před jejím založením do formovacího rámu pořádně vysušit. Dalším návrhem pro snížení bublin od jádra může být ve kvalitnější sledovanosti a třídění jader obsahující viditelné vady (díry či mechanicky ubité). Při tomto úkolu hraje důležitou roli lidský faktor.

Zadrogeniny jednoznačně snížíme úpravou formovací směsi - snížením obsahu kvalitních bentonitů a udržováním směsi pod teplotou 35°C. Dalším návrhem pro snížení zadrogenin je úprava vtokové soustavy a pomocných zářezů. Vada na obrázku 4.3a vznikla právě tím, že tekutý kov „poddoloval“ zrnka formovací směsi, a tím nechal vzniknout k této vadě. Úpravou formovací směsi a vtokové soustavy by se mělo zabránit poddolováním zrnka a tím pádem k minimalizování vzniku zadrogenin.

Vady související s mechanickým poškozením se dají eliminovat kompletní úpravou vytloukací části formovací linky. Tato úprava ovšem vyžaduje kompletní revizi vytloukacího systému a s tím spojené zvýšené finanční náklady, které jsou v tuto chvíli pouze v investičním návrhu závodu VIADRUS. Zabránění ke vzniku vad tohoto typu se dočasným způsobem eliminuje pokládáním gumových pásů snižující pád zhruba z jednoho metru na rošty pod vytloukací kabinku. Pásy se umísťují bezprostředně do místa vpádu surového odlitku. Toto opatření ovšem vyžaduje neustálou pozornost obsluhy výrobní linky a vzhledem k jiným povinnostem obsluhy není možné opotřebení gumových pásů neustále kontrolovat, proto opatření nemusí vést přímo k eliminaci výskytu neshodné výroby.

Čtvrtou nežádoucí vadou je vada nezaběhnutí. Prakticky během analýzy této vady jsem se již zmínil o problémech, které zapříčiňují jejich vznik. To znamená, že můj návrh ke snížení neshodných kusů bude opět v důslednější pozornosti pracovníků odlévání, zvláště

pravidelné kontroly teploty tekutého kovu a sledování pravidelného taktu linky. Dojde-li k zastavení linky z důvodu poruchy mechanického, elektrického či jiného na více než 5 minut, nesmí pracovníci odlít kov do formovacího rámu, ale do k tomu účelu připravených lastů, čímž se kvůli prostoji linky eliminuje zatvrdnutí kovu v lici pánvi. Ovšem existují i jiné situace, kterým nelze zabránit a vada nezaběhnutí je tím pádem nedílnou součástí neshodných kusů při výrobě jakéhokoliv odlitku.

Jako dalším doporučením pro snížení neshodné výroby tohoto typu uvádím využití **Dikaflexových těsnících šňůr** určených do formoven a jádroven, které jsou zvláště vhodné pro odlévání šedé litiny. Dikaflex je plastická, bezazbestová těsnící šňůra z nevytvrzujících materiálů, která se pokládá na marku jádra a ta je založena do spodní poloformy. Složením forem dojde k utěsnění a následnému zabránění výtoku tekutého kovu z formy. Vysokou teplotou kovu se po odlití Dikaflex převede do sypké formy a nezanedává škodlivé zbytky ve vratném písku.

Dále uvedu stručné návrhy ke snížení neshodné výroby u zbylých vad, jejichž podíl na celkové neshodné výrobě nebyl tak velký jako u vad předešlých:

- Odpadnutá forma – opatření stejné jako u zadrobenin (zvýšený důraz při výrobě formovací směsi; do vysušené formovací směsi jádra nezakládat a tím ušetřit vzniku vady na odlitku; zvýšení pozornosti operátora linky. V případě vhodné spodní poloformy je možné, že vrchní poloforma bude vysušená a nevhodná, a proto je na operátorovi, aby přikázal formu neodlévat.
- Nedolítý – zvýšit kontrolu odlévačů, zda plní lici pánve do maxima; umožnit odlévačům používat kvalitně vyzděné lici vozíky s minimální možností vyšplouchnutí kovu z vozíku.
- Vadné jádro – zvýšit kontrolu zakládaných jader; každé jádro čistit smetákem pro eliminaci nánosů na ploše jádra; zvýšit kontrolu otřepů a v případě nutnosti otřepy odstraňovat.
- Přesazený – zvýšit pozornost pracovníků modeláren na to, aby spodní model byl složen stejnými parametry jako vrchní model; zvýšit údržbu formovacích rámu v místě styku s čepem; zpravidelnit výměnu čepů formovacího lisu.

3. Vyřešení

Návrhy zpracovány výše se do procesu výroby zařadily na konci prvního kvartálu, resp. během kvartálu druhého. V tabulce 4.4 uvádím celkové shrnutí navržených opatření

v období od dubna do konce roku 2010. Během tohoto období shromažďovalo OŘZ potřebná data pro vyhodnocení finální skutečnosti. Dohled nad navrženými změnami byl samozřejmě pravidelně hlídán technology Slévárny radiátorů a nutno říci, že se návrhy potýkaly s řadou překážek (někdy vysvětlitelnými, někdy nevysvětlitelnými).

Jak můžete z tabulky 4.4 vidět, navržené opatření se ve výrobním procesu úspěšně uplatnily u vad typů **zadrogenina** a nemalou měrou také u **nezaběhlý** a **mechanicky poškozen**. Vady v modré barvě se nedočkaly žádných razantních změn.

Tabulka 4.4: Shrnutí slévárenských vad a jejich podílů na neshodné výrobě v celém kalendářním roce 2010

Název odlitku	Druh vady	Podíl na NV (1.kvartál)	Podíl na NV (2.3.4. kvartál)
Článek kotlový G27 P	Zadrogenina	7,6 %	3,9 %
	Bublina od jádra	4,2 %	5,0 %
	Nezaběhlý	2,1 %	1,6 %
	Mechanicky poškozen	1,6 %	1,3 %
	Odpadnutá forma	0,7 %	1,1 %
	Nedolitý	0,3 %	0,4 %
	Vadné jádro	0,1 %	0,1 %
	Přesazený	0,1 %	0,2 %
Legenda: úspěšné řešení neúspěšné řešení bez větších změn			

Neúspěšnost v řešení vykazují vady **bublina od jádra** a **odpadnutá forma**. Obojí mají stejného původce. Tak jako v každém podniku, je i v závodě VIADRUS snahou technologů a ekonomického úseku nakoupit a aplikovat levnější vstupní suroviny za pokud možno přijatelnější cenu než vykazuje aktuální stav. Z tohoto hlediska se musely návrhy ke snížení neshodné výroby podříditi důležitější aplikací zkouškového bentonitu pro výrobu formovací směsi (vada odpadnutá forma) a aplikací zkouškového pojiva pro výrobu jader metodou COLD-BOX (bublina od jádra). Nedílnou součástí k tvorbě této vady jsou, jak jsem již zmiňoval v analýze – vlhkosti jader, díry či mechanické vady na jádrech. Jakou měrou se jednotlivé příčiny podíleli na celkovém výsledku lze těžko říci, avšak důležité je neustále dbát na sledování a kontrolu kvality jader ze strany pracovníků výroby jader a rovněž také zakládačů jader, kteří jsou posledním článkem řetězce v procesu výroby jader.

4.3.2 Článek kotlový G 27 S

Vzhled odlitku článku kotlového G 27 S je zobrazen na obrázku 4.5. Tabulka 4.5 zahrnuje všechny vady s podílem na neshodné výrobě tohoto odlitku.



a) ↑

b) ↓



Tabulka 4.5: Slévárenské vady s procentuálním podílem na neshodné výrobě pro první kvartál roku 2010

Druh vady v odlitku	Podíl na neshodné výrobě
Bublina od jádra	10,5 %
Zadrogenina	8,6 %
Odpadnutá forma	5,6 %
Nezaběhlý	3,5 %
Mechanicky poškozen	0,8 %
Nedolítý	0,7 %
Přesazený	0,5 %
Vadné jádro	0,3 %
Studený svár	0,2 %
Vadný otvor	0,1 %
Vyplavené jádro	0,1 %

Obrázek 4.5: Odlitek –
článek kotlový G 27 S
a) pohled ze předu,
b) pohled ze zadu

1. Analýzy

Vady u tohoto odlitku jsou v podstatě stejné jako u předchozího odlitku. S tím souvisí i totožný vzhled vady na odlitku. Pro představu dalších vad, které se na odlitku G 27 S nacházejí, můžete vidět na obrázku 4.6.



a)



b)

Obrázku 4.6 – Detailní pohled na vady

a) odpadnutá forma

b) nedolitý

Také si všimněte, že v tabulce 4.5 jsou obě dominantní vady v jiném pořadí - největší podíl na neshodné výrobě vykazují **bubliny od jádra** (10,5 %) a **zadrogenina** (8,6 %).

Středně důležité vady se u tohoto odlitku taktéž vyskytují jako u odlitku předešlého a stejně tak i v jiném pořadí. Existují zde také vady, které jsme u předchozího odlitku nezaznamenali. Jejich výskyt je ale natolik malý, že nemají žádný vliv na celkovou neshodnou výrobu, přesto však existují a proto si je také můžeme analyzovat:

- **Studený svár** – v literatuře se tato vada jmenuje **zavalenina**. Vady jsou charakteristické tím, že vzhled odlitku v jedné části nevykazuje ostrou hranu, ale zaoblenou. Tato vada je velice shodná s vadou nezaběhnutí odlitku.
- **Vadný otvor** – tato vada nesouvisí přímo s výrobním procesem, ale vyskytuje se v další operaci výroby kotlového článku – frézování. Občas se stane, že vlivem opotřebení nástroje nebo špatným upnutím článků ve frézovacím stroji dojde během vyfrézování otvorů k vychýlení. Odfrézovaná díra daného článku je vyosená. Při kompletizaci kotlového tělesa se článek s vadným otvorem nedokáže montážně spojit se svým protikusem a proto jej uložíme do prostoru určeného pro neshodnou výrobu.
- **Vyplavené jádro** – vada přímo souvisí s teplotou tekutého kovu a s podpěrkami, které se používají na pozici zakládání jader. Podpěrky jsou velice důležité pro ukotvení jádra ve formovacím rámu. Ve výsledném odlitku nám zaručují vystředění vzniklé díry. Vada vznikne tak, že během odlití tekutého kovu s jeho vysokou teplotou, dojde k roztavení kotvících podpěrek a jádro má poté tendenci vyplavovat

se směrem nahoru. Ve výsledném odlitku se objeví velická díra dána rozpadem jádra.

2. Návrhy

Návrhy jsou z mé strany totožné jako u předchozího odlitku. Stručně návrhy shrnu:

- Bublina od jádra – zvýšit důraz na sušení jader; zkvalitnit kontrolu jader před založením.
- Zadrogenina – zvýšený důraz při výrobě formovací směsi; do vysušené formovací směsi jádra nezakládat a tím ušetřit vzniku vady na odlitku.
- Odpadnutá forma – opatření stejné jako u zadrogenin; zvýšení pozornosti operátora linky. V případě vhodné spodní poloformy je možné, že vrchní poloforma bude vysušená a nevhodná a proto je na operátorovi, aby přikázal formu neodlévat.
- Nezaběhlý – zvýšit pozornost na stav tekutého kovu, zvláště jeho teploty; zvýšený důraz na odlévače, aby kov stačili odlít do požadovaného času; využít Dikaflexové těsnící šňůry pro lepší zabíhavost kovu a k zabránění vytečení kovu z rámu.
- Mechanicky poškozen – prosadit revizi vytloukacího systému, případně zvýšit kontrolu gumových pásů snižující pád odlitku na rošty a tím zabránit vzniku vady.
- Přesazený – zvýšit pozornost pracovníků modeláren na to, aby spodní model byl složen stejnými parametry jako vrchní model; zvýšit údržbu formovacích rámu v místě styku s čepem; zpravidelnit výměnu čepů formovacího lisu.
- Vadné jádro – zvýšit kontrolu zakládaných jader; každé jádro čistit smetákem pro eliminaci nánosů na ploše jádra; zvýšit kontrolu ořepů a případně je odstraňovat.
- Studený svár – zvýšit pozornost na stav tekutého kovu, zvláště jeho teploty; zdůraznit odlévačům, aby kov odlili v rychlém čase a hlavně bez přerušení; zvýšit kontrolu výsledného stavu tekutého kovu, zvláště stav chemického složení.
- Vadný otvor – zvýšit kontrolu seřízení obráběcího stroje; důsledně dodržovat správné upnutí odlitku; kontrolovat stav nástroje.
- Vyplavené jádro – zvýšit kontrolu teploty tekutého kovu; zvýšit pozornost umístování podpěrek na jádre, který pro tyto účely obsahuje drážky velikosti podpěrek.

3. Vyřešení

Návrhy byly taktéž zařazeny do výrobního procesu stejně jako předchozí odlitek na konci prvního kvartálu, resp. během kvartálu druhého.

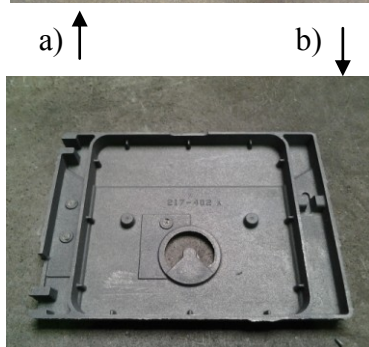
V tabulce 4.6 můžeme vidět veliké zlepšení u všech vad, jak u těch dominantních, tak u těch středních. Opět vady v modré barvě se nedočkaly žádných razantních změn.

Tabulka 4.6 – Shrnutí slévárenských vad a jejich podílů na neshodné výrobě v celém kalendářním roce 2010

Název odlitku	Druh vady	Podíl na NV (1.kvartál)	Podíl na NV (2.3.4. kvartál)
Článek kotlový G27 S	Bublina od jádra	10,5 %	0,6 %
	Zadobenina	8,6 %	2,1 %
	Odpadnutá forma	5,6 %	0,8 %
	Nezaběhlý	3,5 %	0,6 %
	Mechanicky poškozen	0,8 %	0,3 %
	Nedolitý	0,7 %	0,5 %
	Přesazený	0,5 %	0,2 %
	Vadné jádro	0,3 %	0,0 %
	Studený svár	0,2 %	0,1 %
	Vadný otvor	0,1 %	0,2 %
	Vyplavené jádro	0,1 %	0,0 %
Legenda:	úspěšné řešení bez větších změn		

4.3.3 Víko příkládacích dvířek U 26

Vzhled odlitku víka příkládacích dvířek U 26 je zobrazen na obrázku 4.7. Tabulka 4.7 zahrnuje všechny vady s podílem na neshodné výrobě tohoto odlitku.



Obrázek 4.7 – Odlitek - víko
příkládacích dvírek U 26
a) pohled ze předu,
b) pohled ze zadu

Tabulka 4.7 – Slévárenské vady s procentuálním podílem
na neshodné výrobě pro první kvartál roku 2010

Druh vady v odlitku	Podíl na neshodné výrobě
Praskliny	9,2 %
Mechanicky poškozen	5,5 %
Odpadnutá forma	2,4 %
Zadrogenina	0,9 %
Nezaběhlý	0,5 %
Studený svár	0,3 %
Vadný povrch	0,3 %
Přípečený	0,1 %
Vadný otvor	0,1 %

1. Analýzy

Dle tabulky 4.7 patří mezi dominantní vady **praskliny** (9,2 %) a **mechanicky poškozen** (5,5 %) a můžeme také říci **odpadnutá forma** (2,4 %), i když s téměř dvěma a půl procenty nepatří mezi vady, které by přímo ohrožovali celkovou neshodnou výrobu tohoto odlitku. Vzhled všech tří vad na odlitku můžete vidět na obrázku 4.8.



a)



b)



c)

Obrázek 4.8 – Detailní pohled na vady

- a) praskliny,
- b) mechanicky poškozen + studený svár,
- c) odpadnutá forma

Praskliny jsou dle definice rovné nebo mírně zakřivené a křivolaké roztržení (prasknutí) stěny odlitků, vzniklé při nízkých teplotách, při nichž má slitina pružné deformace. Praskliny mohou vznikat i po úplném vychladnutí odlitku ve formě, popř. během vytloukání nebo po předčasném vyjmutí odlitků z formy.



Obrázek 4.9 – Pohled na odlitek s odštípnutou částí vlivem přítomnosti praskliny

Povrch prasklin je zpravidla zrnitý a čistý (viz obrázek 4.8 a). Praskliny vznikají pod účinkem napětí v odlitku, která jsou při chladnutí důsledkem velkých rozdílů teplot jednotlivých částí odlitku. Sklon k prasklinám je podporován velkými rozdíly v tloušťkách stěn odlitku. Nesprávná konstrukce odlitku, např. ostré přechody z tenkých do tlustých stěn, jakož i nevhodné umístění vtokové soustavy a nálitků, jež vedou k velkým gradientům teplot v odlitku, mohou mít významný vliv na výskyt prasklin.

Praskliny se na odlitku viditelně objeví teprve během broušení nerovností v dělicí rovině. Někdy je odlitek natolik deformačně namožen, že se nejenom objeví prasklina ve formě rovinné čáry (jak je tomu na obrázek 4.8 a), ale také může způsobit úplné odštípnutí kusu odlitku – viz obrázek 4.9.

Vady typu **mechanicky poškozen** jsme si již částečně představili u kotlových článků G 27 P i G 27 S. Všechny odlitky spojuje stejná příčina vzniku této vady. Jedná se o vytloukací systém, který v současném výrobním procesu není vůbec vhodný. V době, kdy byly výrobní linky naprojektovány, se uvažovalo pouze vyrábět radiátorové články. Vzhledem ke zvyšování produktivity výrobních linek se do výrobního procesu postupně přidávaly sortimenty, jejichž zavedení přineslo nemálo nutných změn a adaptací současného výrobního standardu hlavně z pohledu kvality formovací směsi a chemického složení a teploty tekutého kovu (dříve k výrobě stačilo 1350°C, dnes je minimum 1450°C). Přirozenou cestou se musely postupně přemodifikovávat současné výrobní mechanismy, aby se současný stav výrobní linky adaptoval na výrobu nových sortimentů. S tím souvisí i nemalá investiční akce k celkové přestavbě hydraulické stanice (rok 2004) a zavedení kvalitnější automatizace výrobní linky firmou Temex (rok 2004).

Další existující způsob, který vede k výskytu vady typu mechanicky poškozen, je poškození během manipulací odlitků na deskovém dopravníku. Zde pracovníci oddělují vtokovou soustavu od surového odlitku tyčí o hmotnosti 2 až 5 kg. Stává se vlivem únavy

pracovníků, že dojde k zásahu tyčí nikoli vtokové soustavy ale přímo odlitku, jehož část silným nárazem odpadne. Další způsob vzniku vady je v přepravě paletizovaných odlitků a jejich stohování na sebe. Stává se, že vlivem nerovností a různých předvídatelných i nepředvídatelných jevů dojde k pádu paletizovaných odlitků na zem a silný náraz způsobí na několika desítkách odlitcích odštípnutí hrany, čili dojde k vadě mechanicky poškozen. Obě vady však nemají na celkovou neshodnou výrobu větší vliv než první způsob daný současným vytloukacím systémem.

Třetí dominantní vadou je **odpadnutá forma**. Ta stejně jako u předchozího odlitku G 27 P, je dána nekvalitně připravenou formovací směsí. Během odlisování modelu formovací směsí dojde k odpadnutí zaformované formy – čili obtisk modelu do formy odpadne a to buď ihned, nebo po krátkém čase. Příčinou je malá vlhkost a pevnost formovací směsi a také silné vibrace, které doprovázejí lisovací stroj. Pokud nedojde k odpadnutí formy a forma se odlije, bude odlitek na 100% vyroben s vadou zadrobení.

Mezi vady, které u neshodnosti odlitku hrají menší vliv, patří **zadrobenina** a **nezaběhlý**. Tyto vady jsme si již popsali u odlitcích G 27 a jejich příčina vzniku je zcela stejná. **Studený svár** sice též u odlitcích G 27 existuje, avšak vzhled u této vady je trochu jiný. U víka příkladacích dvířek požadujeme absolutní čistotu předního zorného pohledu odlitku. Studený svár se nám projevuje tím, že zorná plocha na odlitku obsahuje „mapy“ a jejich vzhled je velice odlišný od okolního odlitku a tzv. „bije do očí“ natolik, že standard ve kvalitě, která je na závodě VIADRUS zavedena nám říká, že takovýto odlitek raději označíme jako neshodnou výrobu, než abychom ho dále prodávali.

Další vady, které se u odlitcích vyskytují:

- **Vadný povrch** – úzce souvisí s vadou **zálupy na dně formy**. Dle definice to jsou mělké prohlubně otevřené nebo přeryté vrstvičkou kovu, které mohou být vyplněny formovacím materiálem. Tvoří se oddělením lící části vrstvičky spodní části formy, působením tepla nerovnoměrně proudícího a přelévajícího se kovu po dně formy. Jsou to typické vady vzniklé odléváním do bentonitových forem. Příčina vzniku je v napětí a pevnosti v kondenzační zóně vody (jinak řečeno přímý vliv na vznik vady má reakce tekutého kovu s přemrštěnou vlhkostí formovací směsi).
- **Přípečený** – vada taktéž souvisí se vzhledem povrchu odlitku. Dle definice je to hrubý, drsný povrch odlitku, způsobený dokonalým smočením líce formy kovem do hloubky poloviny průměru zrna ošťívá a vrstva písku přilehlá k povrchu odlitku se lehce odděluje. Příčinou vzniku vady je opět reakce tekutého kovu s přemrštěnou

vlhkostí formovací směsi.

- **Vadný otvor** – vada u toho odlitku úzce souvisí s **přesazením** odlitku. Přesazení vzniká špatnou geometrií lisu nebo vykřivením čepu lisového zařízení. Vada jde opticky vidět teprve po vytlučení odlitku, kdy jedna polovina odlitku je v dělicí rovině vychýlená od poloviny druhé.

2. Návrhy

Největším problémem výskytu neshodné výroby u tohoto odlitku jsou praskliny a mechanicky poškození. Pominu-li problémy dané vytloukacím systémem a připravenou investiční akcí spojenou s kompletní revizí vytloukacího systému, zůstávají praskliny jedinou dominantní vadou na odlitku. Prasklinu jste si mohli zřetelně prohlédnout již na obrázku 4.8a.

Výskyt prasklin na tomto místě ale nehrál v celkové neshodné výrobě největší roli. Daleko větší problém se vyskytl v jiné části odlitku, ve tvarově složitější části, kde tlustší hrany přecházejí v tenčí a po délce 5 cm zase naopak. Tvarovou složitost můžete vidět



a) ↑

b) ↓



na obrázku 4.10a. Prasklina na obrázku bohužel vidět nejde, místo praskliny je ale naznačeno bílou křídou. Prasklina se dále rozšiřovala postupnou montáží dalších odlitků do sebe. Kvalitním dotažením šroubů se v odlitku vytvořilo pnutí a kvůli již existující prasklině došlo k postupnému šíření deformace až nakonec odlitek zcela praskl. Návrh ke snížení neshodné výroby tohoto typu je tudíž logicky zaměřen na změnu složitého tvaru kritického místa na odlitku – viz obrázek 4.10b.

Bohužel praskliny v jiných částech odlitku zůstávají nevyřešeným tématem v celkové eliminaci působení prasklin v odlitku.

Obrázek 4.10 – Odlitek - víko
příkládacích dvířek U 26
a) starý tvar,
b) nový tvar

Následující návrh pro snížení zbylých vad budou jednoznačně zaměřeny na zkvalitnění vzhledu povrchu. V kapitole 3.2 *Prezentace výrobního úseku Slévárny radiátorů* jsem již naznačoval, že výroba linek probíhá na dvou automatických formovacích linkách. Vzhledem k velké produktivitě výrobní linky se na Slévárně radiátorů vyrábí současně na obou linkách v jedné směně. Bentonitová formovací směs se ale míchá jen na jedné míchačce MXC 100, která svou směsí zásobuje linku na obou stranách. Proto se výrobní sortiment na každou linku volí tím způsobem, aby namíchaná kvalita formovací směsi vyhovovala oběma výrobním sortimentům. To způsobuje nemalé komplikace ve výsledné kvalitě sortimentů. A právě odlitek Víko příkládacích dvířek U 26 je jedním ze sortimentů, který je touto dvojitou výrobou ovlivňován.

Z tohoto hlediska navrhuji výrobu vždy jen na jednu linku (pouze na odpolední směnu), i když vím, že v současné době je to návrh nepředstavitelný z pohledu kapacity výrobní poptávky u dalších sortimentů.

3. Vyřešení

Opatření k částečné eliminaci výskytu **prasklin** ve tvarově kritické části odlitku se uskutečnily až v měsíci květen 2010, kde mimo jiné došlo z příkazu ředitele závodu k celkové změně designu kotlů na tuhá paliva, kde Víko příkládacích dvířek U 26 je jeho nedílnou součástí. Bohužel u **zadrogenin** a **vadných povrchů** se žádné zlepšení nekonalo. Obojí mají stejného původce – nevhodně připravenou formovací směs.

Tabulka 4.8 – Shrnutí slévárenských vad a jejich podílů na neshodné výrobě v celém kalendářním roce 2010

Název odlitku	Druh vady	Podíl na NV (1.čtvrtletí)	Podíl na NV (2.3.4. čtvrtletí)
Viko příkládacích dvířek U26	Praskliny	9,2 %	4,3 %
	Mechanicky poškozen	5,5 %	2,5 %
	Odpadnutá forma	2,4 %	1,5 %
	Zadrogenina	0,9 %	1,3 %
	Nezaběhlý	0,5 %	0,2 %
	Studený svár	0,3 %	0,1 %
	Vadný povrch	0,3 %	2,3 %
	Přípečený	0,1 %	0,0 %
	Vadný otvor	0,1 %	0,1 %
Legenda: úspěšné řešení neúspěšné řešení bez větších změn			

Dovolte mi, abych na tomto místě opět limitoval svou práci. V úvodu této kapitoly jsem se zmiňoval, že budu analyzovat příčiny vad sedmi odlitků, které nevyhovují THN normě na Slévárně radiátorů. Do této chvíle jste si mohli povšimnout u čtyřech již analyzovaných odlitků, že příčiny vzniku vad a návrhy na odstranění těchto vad jsou prakticky téměř stejné a stávají se dosti monotónní. Proto mi dovolu, abych u následujících třech odlitcích provedl analýzu a nápravu pouze formou obrázků a tabulek.

4.3.4 King 4 přední díl 4,5 kW

Vzhled odlitku king 4 předního dílu 4,5 kW je zobrazen na obrázku 4.11. Tabulka 4.9 zahrnuje všechny vady s podílem na neshodné výrobě tohoto odlitku.



a) ↑

b) ↓



Obrázek 4.11 – Odlitek - King 4 přední díl 4,5 kW
a) pohled ze předu,
b) pohled ze zadu

Tabulka 4.9 – Slévárenské vady s procentuálním podílem na neshodné výrobě pro první kvartál roku 2010

Druh vady v odlitku	Podíl na neshodné výrobě
Mechanicky poškozen	12,2 %
Odpadnutá forma	4,0 %
Přípečený	0,4 %
Nezaběhlý	0,3 %
Nedolitý	0,3 %
Vadný závit	0,1 %

U tohoto odlitku mají dle tabulky 4.9 největší podíl na neshodné výrobě vady typu **mechanicky poškozen** a **odpadnutá forma**. Obě vady jsem detailně analyzoval u všech třech předešlých odlitcích. Novou vadou je **vadný závit**, který vzniká, jak název napovídá, opotřebovaným závitníkem či nesprávně seřízeným obráběcím strojem.

Tabulka 4.10 – Shrnutí slévárenských vad a jejich podílů na neshodné výrobě v celém kalendářním roce 2010

Název odlitku	Druh vady	Podíl na NV (1.čtvrtletí)	Podíl na NV (2.3.4. čtvrtletí)
King 4 přední díl 4,5 kW	Mechanicky poškozen	12,2 %	7,3 %
	Odpadnutá forma	4,0 %	1,9 %
	Přípečený	0,4 %	0,0 %
	Nezaběhlý	0,3 %	0,4 %
	Nedolitý	0,3 %	0,1 %
	Vadný závit	0,1 %	0,0 %
Legenda: úspěšné řešení bez větších změn			

4.3.5 Článek radiátorový kalor 500/220

Vzhled odlitku článku radiátorového kalor 500/220 je zobrazen na obrázku 4.12. Tabulka 4.11 zahrnuje vybrané vady s podílem na neshodné výrobě tohoto odlitku.



Obrázek 4.12 – Odlitek - článek radiátorový kalor 500/220

Tabulka 4.11 – Slévárenské vady s procentuálním podílem na neshodné výrobě pro první kvartál roku 2010

Druh vady v odlitku	Podíl na neshodné výrobě
Bublina od jádra	16,7 %
Studený svár	1,2 %
Vadné jádro	1,1 %



Obrázek 4.13 – Detailní pohled

Dle tabulky 4.11 je nejdominantnější vadou jednoznačně **bublina od jádra** (16,7 %). Dalšími vadami, které se podílí na neshodnou výrobu jsou **studený svár** (1,2 %) a **vadné jádro** (1,1 %). Musím zde podotknout, že to nejsou jediné vady, které se na odlitku vyskytly. Celkem jich je 25, ale jejich podíl na celkové neshodné výrobě je natolik malý a proto si myslím, že je zde uvádět není třeba.

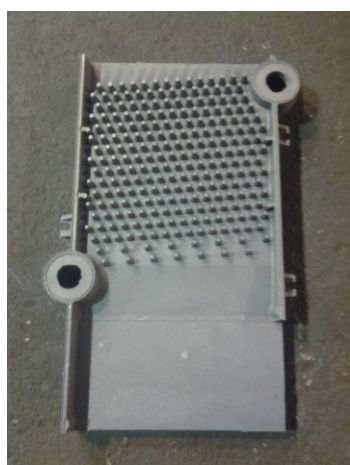
na vadu bublina od jádra

Tabulka 4.12 – Shrnutí slévárenských vad a jejich podílů na neshodné výrobě v celém kalendářním roce 2010

Název odlitku	Druh vady	Podíl na NV (1.kvartál)	Podíl na NV (2.3.4. kvartál)
Článek radiátorový kalor 500/220	Bublina od jádra	16,7 %	2,2 %
	Studený svár	1,2 %	3,2 %
	Vadné jádro	1,1 %	2,8 %
Legenda: úspěšné řešení neúspěšné řešení			

4.3.6 Článek kotlový G 34 P. H.J.

Vzhled odlitku článku kotlového G 34 P. H.J. je zobrazen na obrázku 4.14. Tabulka 4.13 zahrnuje všechny vady s podílem na neshodné výrobě tohoto odlitku.



a) ↑



b) ↓

Obrázek 4.14 – Odlitek -
článek kotlový G 34 P. H.J.

a) pohled ze předu,
b) pohled ze zadu

Tabulka 4.13 – Slévárenské vady s procentuálním podílem na neshodné výrobě pro první kvartál roku 2010

Druh vady v odlitku	Podíl na neshodné výrobě
Mechanicky poškozen	7,9 %
Zadobenina	3,7 %
Bublina od jádra	3,5 %
Zlomené jádro	2,5 %
Odpadnutá forma	2,5 %
Nezaběhlý	1,0 %
Vadný otvor	0,8 %



Obrázek 4.15 – Detailní pohled na vadu

mechanicky poškozen
Tabulka 4.14 – Shrnutí slévárenských vad a jejich podílů na neshodné výrobě
v celém kalendářním roce 2010

Název odlitku	Druh vady	Podíl na NV (1.kvartál)	Podíl na NV (2.3.4. kvartál)
Článek kotlový G 34 P. H.J.	Mechanicky poškozen	7,9 %	3,0 %
	Zadrogenina	3,7 %	1,6 %
	Bublina od jádra	3,5 %	2,4 %
	Zlomené jádro	2,5 %	1,1 %
	Odpadnutá forma	2,5 %	0,9 %
	Nezaběhlý	1,0 %	1,0 %
	Vadný otvor	0,8 %	0,5 %
Legenda: úspěšné řešení bez větších změn			

4.3.7 Článek kotlový G 34 L. H.J.

Vzhled odlitku článku kotlového G 34 L. H.J. je zobrazen na obrázku 4.16. Tabulka 4.15 zahrnuje všechny vady s podílem na neshodné výrobě tohoto odlitku.



a) ↑

b) ↓



Tabulka 4.15 – Slévárenské vady s procentuálním podílem na neshodné výrobě pro první kvartál roku 2010

Druh vady v odlitku	Podíl na neshodné výrobě
Mechanicky poškozen	6,5 %
Bublina od jádra	5,2 %
Odpadnutá forma	3,9 %
Zlomené jádro	1,8 %
Zadrogeniny	1,6 %
Nedolitý	1,2 %

Obrázek 4.16 – Odlitek –
článek kotlový G 34 L. H.J.
a) pohled ze předu,

b) pohled ze zadu

Tabulka 4.16 – Shrnutí slévárenských vad a jejich podílů na neshodné výrobě
v celém kalendářním roce 2010

Název odlitku	Druh vady	Podíl na NV (1.kvartál)	Podíl na NV (2.3.4. kvartál)
Článek kotlový G 34 L. H.J.	Mechanicky poškozen	6,5 %	3,6 %
	Bublina od jádra	5,2 %	3,4 %
	Odpadnutá forma	3,9 %	0,8 %
	Zlomené jádro	1,8 %	2,8 %
	Zadrogeniny	1,6 %	2,9 %
	Nedolitý	1,2 %	0,2 %
Legenda: úspěšné řešení neúspěšné řešení			

5 Celkové zhodnocení a vlivy způsobující vznik vad

Téměř všechna navržená opatření dosáhla požadovaného zlepšení, čímž jsem v zásadě splnil cíl diplomové práce. U některých vad se bohužel zlepšení nedosáhlo. Příčinu tohoto selhání bych viděl ve třech hlavních faktorech. Prvním faktorem je bentonit používaný pro výrobu formovacího písku, druhým faktorem je pojivo používané k výrobě jader a třetím faktorem je celkový vliv lidí působících ve výrobě. Ještě bych mohl dodat jeden faktor – tím by mohlo být chemické složení a fyzikální vlastnosti tekutého kovu. V zásadě ale vycházíme z faktu, že tekutý kov není primární příčinou vzniku vad, ale pouze sekundární.

Bentonit ve formovacím písku je příčinou vzniku **zadrogenin**, **odpadnuté formy** a společně s tekutým kovem dává ke vzniku **vadného povrchu** a **studeného svaru**.

Pojivo pro výrobu jader je příčinou vzniku **vadného jádra** a **zlomeného jádra** a společně s formovacím pískem či tekutým kovem dává ke vzniku **bubliny od jádra**.

Jakou roli hraje lidský faktor při vzniku vad detailně popisuje literatura [12], ze které část textů věnuji v podkapitole 5.2 *Vliv lidského faktoru*.

5.1 Vliv konkurenceschopnosti

Pojem „konkurenceschopnost“ patří od počátku osmdesátých let 20. století k nejfrekventovanějším termínům užívaných nositeli hospodářské politiky, které zahrnují podporu technologického přizpůsobení firem, regionálního rozvoje, posílení sítí malých a středních podniků a rozvoj aktivit považovaných za strategicky významné pro domácí ekonomický růst. [11]

Pro podnik je hlavním cílem přežití a získání pevné pozice na poli mezinárodní soutěže, tj. dosáhnout zisku a určitého tržního podílu. V našem závodě VIADRUS tomu není jinak. Konkurenceschopnost v našem podniku je mj. zavedena na nákup a aplikaci levnějších vstupních surovin než vykazuje aktuální stav. Z tohoto hlediska se řada podstatných věcí spojených s momentální nekvalitní výrobou musela podřídit důležitější aplikaci. Zavedení zkouškového bentonitu do výrobního procesu pro výrobu formovací směsi (či zkouškového pojiva pro výrobu jádrové směsi) mělo za důsledek nemalé problémy ve výsledné kvalitě a standardu vyráběných sortimentů.

Samozřejmě, že vliv konkurenceschopnosti není jediným vlivem, způsobující stálý vznik vad na vyráběných sortimentech.

Nedílnou součástí např. bublin od jader jsou vlhkosti jader, díry či mechanické vady na

jádrech. Jakou měrou se tyto příčiny a vliv konkurenceschopnosti podíleli na celkovém výsledku lze těžko říci, avšak důležité je neustále dbát na sledování a kontrolu kvality jader ze strany pracovníků výroby jader a rovněž také zakládačů jader, kteří jsou posledním článkem řetězce v procesu výroby jader.

Z toho je zřejmé, že lidský faktor sehrává u slévárenských vad značnou roli, proto se na tento aspekt zaměřím v obecné rovině jako na jednu z cest optimalizace vzniku neshod – viz kapitola 5.2 *Vliv lidského faktoru*

5.2 Vliv lidského faktoru

1. Analýzy

Zejména management, který řídí provozní činnosti, by měl znát faktory, jež mohou vést k vadné práci jednoznačně způsobené pracovníky a na tyto faktory reagovat. [12]

Mezi tyto faktory patří:

- Vědomé chyby.
- Chyby z nedostatku znalosti.
- Chyby z nedostatku soustředění, pozornosti.

Vědomé chyby

Představují chyby, které pracovník přímo iniciuje nebo o nich minimálně ví. Mohou mít několikerou příčinu:

- **Záměrné chyby** - jejichž důvodem zpravidla bývá vzdor, pocit uraženosti pramenící neoprávněně či oprávněně ze zneuznání, z předcházejícího pokárání či z postihu pracovník; pracovník se rozhodl pro jistou formu msty v podobě záměrných vad, úmyslného chybného nastavení stroje apod.
- **Chyby z nedbalosti** - jejichž původ může být ve zjištění, že organizace dokáže jen obtížně identifikovat vady ve vazbě na pracovníka, který je způsobil; pracovník získal pocit anonymity, že ať pracuje dobře nebo špatně, nepřijde se na to; jinou příčinou nedbalosti může být lhostejnost (flegmatismus) pracovníka, který ztratil zájem o práci, protože firma nemá zájem o návrhy, připomínky a doporučení.
- **Chyby zatajované**, jejichž příčinou je obava pracovníka, že zachycením a vykazováním vadné produkce padne špatné světlo na kvalitu jeho práce či celého

útvary s následnou kritikou nebo sankčním postihem; pracovník raději neshodnou produkci nezachycuje, nevytřídí a kalkuluje, že se na ni nepříjde nebo že se nedostatky nějak následně vyřeší.

Chyby z nedostatku znalostí

Tyto chyby jsou způsobeny tím, že je určitá práce přiřazena pracovníkovi, který na ni svou kvalifikací, praxí, výcvikem či zaškolením nestačí. Je zřejmé, že vadné výstupy jsou sice způsobeny pracovníkem, ale větší díl odpovědnosti je na vedoucím, který mu tuto práci zadal, ačkoliv věděl nebo měl vědět, zda na ni pracovník stačí či nikoliv. Některé organizace proto zavedly rozdělení (stratifikaci) pracovníků do čtyř skupin:

- **Nově zařazený pracovník**, který již zvládá příslušnou operaci, ale nad jeho prací musí být dohled.
- **Zpracovaný pracovník**, který zvládá uvedenou operaci samostatně, bez nutnosti dohledu.
- **Zkušený pracovník**, který zvládá samostatně bez dohledu řadu operací a může tak být podle potřeby nasazován na různou práci.
- **Pracovník – trenér**, který perfektně zvládá řadu operací a může zaškolovat další pracovníky, popřípadě mít dohled nad kvalitou jejich práce.

Chyby z nedostatku soustředění, pozornosti

I tyto chyby mohou mít dílčí příčiny:

- Pracovník je často vyrušován vnějšími vlivy a nemůže se plně soustředit na práci.
- Pracovník je přepracován, protože pracuje často přesčas, je nevyspalý, unavený či se jedná o mimořádně fyzicky namáhavou práci.
- Práce je vykonávána pod časovým tlakem, pracovník pospíchá a dělá chyby.
- Práce je jednoduchá, vysoce opakovaná, stereotypní (monotónnost práce), přičemž není v lidské přirozenosti udržet trvalou pozornost po celou osmihodinovou pracovní dobu.

2. Návrhy

Jednou z cest, jak zamezit nedbalostním chybám, je zavést určitou **zpětnou vazbu**. Znamená to, že pracovník musí ztratit onen pocit anonymity a musí si být vědom své odpovědnosti a to jak za dobře, tak za špatně vykonanou práci. Kontrola vazeb pracovník – produkce by pak měla ležet na bedrech nejbližších nadřízených pracovníků daného výrobního úseku, tj. mistři, předáci apod. Tato kontrola se samozřejmě nesmí zúžit pouze na vyhledávání neshod a jejich viníka, ale také na identifikaci dobrých pracovních výkonů. S tímto pak úzce souvisí **zvýšení motivace** pracovníků, čímž nemám na mysli pouze odměny finanční, ale přidělování nejrůznějších forem zaměstnaneckých výhod podle podílu na kvalitě / nekvalitě odvedené práci. Zaměření se pouze na hledání negativní stránky problému je jednostranným hlediskem. Neustálá kritika a využívání pouze represivních složek jsou aspekty, které naopak mohou vést k chybám záměrným či zatajovaným. Za důležité považuji rovněž zamezení potlačování **inovačních snah** vlastních zaměstnanců. V praxi velmi rozšířený jev, kdy je pracovníkům návrh předem zamítnut bez jakéhokoliv přezkoumání a existuje zde snaha o zachování stále stejného postupu, což může vést k značnému zastavení vývoje. Brainstorming (skupinová technika zaměřená na generování co nejvíce nápadů na dané téma) je dle mého názoru metoda vhodná k použití nejen u manažerské práce, ale také v dělnických profesích. Může výrazným způsobem přispět k vygenerování návrhu schopného vyřešit daný problém.

Omezení výskytu chyb pramenících z nedostatku znalostí může spočívat ve **zvýšení podílu** pracovníků – trenérů nebo zkušených pracovníků a naopak v omezení výskytu nových nezpracovaných dělníků. Postupné zapracování těchto zaměstnanců na sebe samozřejmě váže časové prodlevy a finanční náklady spojené s jejich zaškolením. Nicméně **školení** představuje vhodný způsob stimulace jak pro nové, tak pro stávající zaměstnance. Právě u těchto pracovníků bych jej viděl jako jednu z možností optimalizace a to prostřednictvím neustálého zvyšování jejich kvalifikace, schopností, dovedností. **Možnost profesionálního růstu** by mohla zaměstnance vhodně motivovat a omezit jejich přístup k této práci jako k práci dočasné, na přechodnou dobu. Při snaze o eliminaci chyb pramenících z nedostatku znalostí hraje značnou úlohu také **nadřízený**, který by měl zodpovídat za to, že nekvalifikovaný zaměstnanec nebude vykonávat a zodpovídat za kvalifikovanou práci a naopak.

Nedostatek pozornosti je pro pracovníka velmi nebezpečný, zvláště v průmyslových podnicích. Chyby touto nepozorností způsobené mohou mít nedožrnné následky, ať už co se týče zdraví a života zaměstnance a ostatních zaměstnanců, tak co se týče majetku a

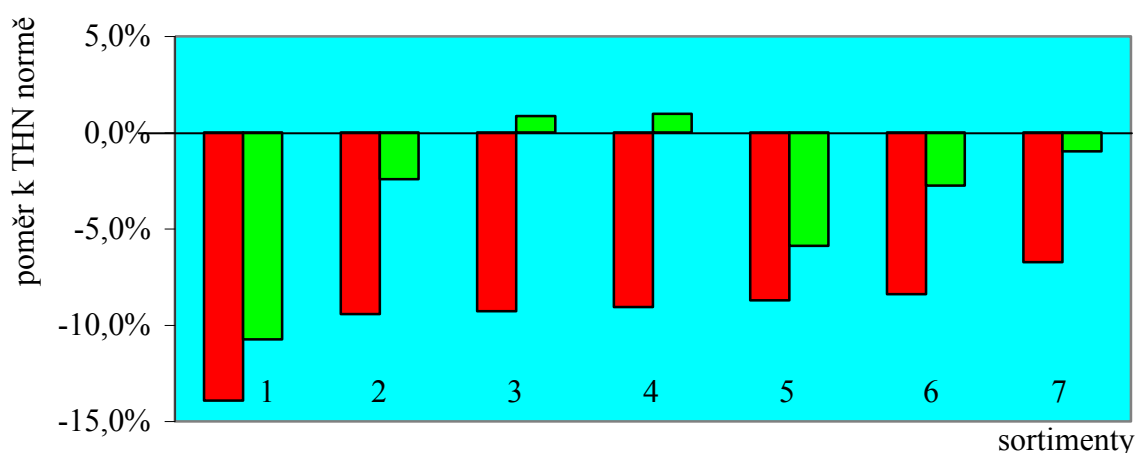
zájmů firmy. Co se týče **přesčasové práce**, její množství by mělo být optimalizováno s přihlédnutím k tomu, že přepracování může vyvolávat nedostatek pozornosti a soustředění, a tím docílit opačného efektu v podobě zvýšeného výskytu vad. Stejně doporučení platí i pro vyčíslování **THN norem**, kdy příliš vysoce nastavené normy způsobují, že zaměstnanec pracuje v časové tísní či pod psychickým tlakem, což se rovněž odráží v kvalitě jeho vykonané práce.

Závěrem je třeba říci, že v oblasti lidského faktoru nehrají hlavní úlohu pouze dělníci, ale také management a to na různých úrovních. Ten utváří personální politiku firmy a je zodpovědný za přijímání reaktivních opatření.

5.3 *Shrnutí navržených opatření*

V této kapitole se budu věnovat pouze odlitky, které svou četností výskytu neshodné výroby zapříčinily nejhorší pozici úseku Slévárny radiátorů v závodě VIADRUS.

Na obrázku 4.17 je graficky znázorněno všech sedm námi zkoumaných odlitků. Sloupce v červené barvě představují stav v 1. kvartálu a sloupce v zelené barvě stav v 2., 3. a 4. kvartálu, tzn. stav od zavedení zlepšovacích návrhů zařazených do výrobního procesu během měsíce dubna 2010, až do konce roku 2010. Zlepšení situace nastalo u všech zkoumaných odlitcích a dokonce u odlitku č.3 a 4 (články kotlové G 27 P a S) došlo ke splnění THN normy.



Obrázek 4.17 – Odlitky a jejich četnost výskytu vad

■ v 1.kvartálu roku 2010
 ■ v 2.3.4 kvartálu 2010

V tabulce 4.17 můžeme vidět textové a číselné zpracování obrázku 4.17.

Tabulka 4.17 – Shrnutí odlitků a jejich podílů neshodné výroby na THN normě
v celém kalendářním roce 2010

Číslo odlitku	Název odlitku	Stav NV v 1. kvartálu k THN normě	Stav NV v 2.3.4 kvartálu k THN normě	Zlepšení / Zhoršení
1	Článek radiátorový kalor 500/220	-13,9 %	-10,7 %	zlepšení o 3,2 %
2	Víko příkladacích dvířek U 26	-9,4 %	-2,4 %	zlepšení o 11,8 %
3	Článek kotlový G 27 P	-9,3 %	+0,9 %	zlepšení o 10,2 %
4	Článek kotlový G 27 S	-9,1 %	+1,0 %	zlepšení o 10,1 %
5	Článek kotlový G 34 L. H.J.	-8,7 %	-5,9 %	zlepšení o 2,8 %
6	Článek kotlový G 34 P. H.J.	-8,4 %	-2,8 %	zlepšení o 11,2 %
7	King 4 přední díl 4,5 kW	-6,7 %	-1,0 %	zlepšení o 5,7 %

6 Závěr

Předložená diplomová práce byla realizována na základě vlastních zkušeností a interních informací poskytnutých zaměstnanci závodu VIADRUS v kooperaci makroprocesů kvality a technologie. Při zpracování bylo respektováno přání závodu nezveřejňovat konkrétní údaje týkající se popisovaných veličin, proto jsem skutečnosti vyjádřil pomocí procentních podílů, indexů apod. Popisované vztahy jsou rovněž vyjádřeny graficky v zájmu lepší vizualizace zobrazovaného problému.

Řízení neshod je nezbytnou součástí managementu kvality. S problematikou výskytu neshodné výroby souvisí také nutnost monitoringu nákladů s touto výrobou vznikajících. Tento druh nákladů se řadí do skupiny nákladů na kvalitu, jakými jsou také náklady z vnější neshodné výroby, náklady na prevenci kvality či náklady na hodnocení kvality. Všechny tyto skupiny jsou v závodě VIADRUS pravidelně sledovány.

Práce se zabývá analýzou vnitřní neshodné výroby vzniklé v závodě VIADRUS, což je tradiční český výrobce tepelné techniky. Analýza je soustředěna na nalezení problematického úseku s nejhorším podílem neshodné výroby, a to z několika úhlů pohledů. Nechybí zde ani Paretova analýza z hlediska dosažených nákladů k odhalení úseku vhodného ke zlepšení.

V souladu s cílem této diplomové práce jsem identifikoval sortimenty, které přímým způsobem ovlivňují nežádoucí stav odhaleného úseku. Odhalil jsem také faktory, které přímo souvisí se vznikem nežádoucích vad a pokusil se navrhnout opatření k eliminaci anebo alespoň ke snížení vzniklých vad.

K odhalení faktorů jsem využil data získaná OŘZ v období prvního kvartálu roku 2010. Navržené opatření byli v průběhu druhého kvartálu zpracovány do výrobního procesu a opět díky datům pořízených OŘZ jsme mohli opatření monitorovat až do konce roku 2010. Mezi odhalenými faktory patřily faktory typu nutnosti zkoušení nových technologií (v oblasti formovací směsi, směsi pro výrobu jader) a lidský faktor – oba faktory mají přímý vliv na výskyt slévárenských vad a tím také na vznik nákladů s nimi spojených.

Navržené opatření přinesly požadované zlepšení zadané vedoucími pracovníky. Opatření se postupně aplikovaly do celého výrobního programu Slévárny radiátorů a v současné době hrají velkou roli ve snížení neshodné výroby.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Ing. Šárce Tiché, Ph.D. z VŠB – TU v Ostravě a Ing. Ladislavovi Wencelovi ze závodu VIADRUS za cenné připomínky, odbornou pomoc a konzultace při řešení úkolů této diplomové práce.

7 Seznam použité literatury

- [1] FIALA, A. *Statistické řízení procesů*. Brno: Vysoké učení technické, 1995. 96 s. ISBN 80-86229-19-1
- [2] NENADÁL, J.; NOSKIEVIČOVÁ, D.; PETŘÍKOVÁ, R.; PLURA, J.; TOŠENOVSKÝ, J. *Moderní systémy řízení jakosti (Quality Management)* 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2002. 282 s. ISBN 80-7261-071-6.
- [3] Výroční zpráva podniku ŽDB GROUP a.s.
- [4] Certifikace systémů společnosti TÜV Nord
- [5] Propagační materiály poradenské firmy MBK Consulting, s.r.o.
- [6] Národní politika podpory kvality. www.npj.cz
- [7] VEBER, J. a kol. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce*. Praha: Management Press, 2006. 358 s. ISBN 80-7261-146-1.
- [8] GRUBLOVÁ, E. a kol. *Podniková ekonomika*. Ostrava: Repronis, 2001. 438 s. ISBN 80-86122-75-1.
- [9] TICHÁ, Š. *Strojírenská metrologie – část 2, Základy řízení jakosti*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 88 s. ISBN 80-248-1209-6.
- [10] ELBEL, T. a kol. *Vady odlitků ze slitin železa (klasifikace – příčiny – prevence)*, 1. vyd. Brno: MATECS, 1992. 333 s.
- [11] KADEŘÁBKOVÁ, A. *Technologická změna, růst a konkurenceschopnost*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 2001. 157 s. ISBN 80-245-0146-5.
- [12] VEBER, J. a kol. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 204 s. ISBN 978-80-247-1782-1.

8 Seznam příloh

Příloha č.1	Obrázek 1.1: Organizační struktura společnosti ŽDB GROUP a.s.
Příloha č.2	Tabulka 4.2: Kompletní přehled výrobního sortimentu s nežádoucím poměrem k THN pro první kvartál roku 2010

Zvláštní příloha

CD-ROM s textem práce.